GANZ ELECTRIC WORKS · „GANZ" ELEKTROTECHNISCHE WERKE · USINES ELECTRIQUES GANZ

GANZ VILLAMOSSÁGI MŰVEK

VILLAMOS JÁRMŰVEK
ÉS
DIESEL-VILLAMOS MOZDONYOK

VILLAMOS JÁRMŰVEK
ÉS
DIESEL-VILLAMOS MOZDONYOK

TARTALOM

KERTAY Zoltán: Bevezető.....1

KOVÁCS Kálmán: A MÁV 3000 LE-s Si egyenirányítós villamos mozdonya.....8

GÁBOR Péter: A „GANZ" csuklós közúti villamos motorkocsik.....31

FISER József: A DVM 8 tip. 800-1000 LE-s Diesel-villamos mozdony villamos berendezése.....53

IRODALOM - a Magyarországon megjelent fontosabb könyvek és cikkek összefoglalása.....62

KERTAY ZOLTÁN

BEVEZETŐ

A Ganz Villamossági Művek, mint Magyarország egyik legrégibb és legnagyobb erősáramú villamossági gyára, évtizedek óta gyárt nagyvasúti, helyiérdekű és közúti villamos járműveket, valamint Diesel-villamos járműveket. Jelen gyártmány-ismertetőnkben három olyan korszerű vasúti gyártmányunkat ismertetjük részletesen, amelyeket jelenleg nagy sorozatban gyártunk részben a hazai közlekedési vállalatok, részben más országok közlekedési vállalatai részére. Gyártmány-ismertetőnkben sem a típusok, sem a szerkezeti részletek vonatkozásában nem törekedtünk teljességre, hanem az ismertetett típusoknál is elsősorban azokat a műszaki tulajdonságokat és jellemzőket mutatjuk be, amelyeket a komplett jármű üzemi és vontatási tulajdonságainak megítélése, valamint a korszerűség és műszaki színvonal érzékeltetése szempontjából fontosnak tartottunk.

Kiválasztott gyártmányaink ismertetése előtt szeretnénk rövid áttekintést nyújtani gyárunknak a villamos és Diesel-villamos vontatás terén eddig végzett munkájáról és fejlesztési terveinkről.

Gyárunk 1878-ban alakult meg az akkor már több mint 30 éves múltra visszatekintő Ganz gyár egyik gyáregységeként. A villamos vontatás területén több irányban is úttörő munkát végeztünk. Sikereink elérésében igen nagy szerepe volt Kandó Kálmánnak (1), gyárunk egykori mérnökének. Az ő tervei alapján villamosítottuk 1902-ben az észak-olaszországi Valtellina vasútvonalat, amely Európa első nagyfeszültségű árammal villamosított vasútvonala volt.

Ugyancsak gyárunk és Kandó Kálmán nevéhez fűződik az 50 periódusú vontatási rendszer kidolgozása és első üzemszerű megvalósítása. Kandó Kálmán igen korán felismerte az 50 per. vontatás nagy gazdasági jelentőségét. Tervei alapján gyárunk gyártotta azokat az 50 per. villamos mozdonyokat, amelyek 1933-tól kezdve több mint 30 évig voltak üzemben a Budapest–Hegyeshalom-i fővonalon. (Ez a fővonal a világ első 50 periódusú nagyfeszültségű váltakozó árammal villamosított vasútvonala volt.)
Kandó Kálmán mind a Valtellina vasút mozdonyain (2) és motorkocsijain, mind a Budapest–Hegyeshalom-i vonal mozdonyain 3 fázisú aszinkron vontató motorokat alkalmazott. A táplálást az olasz mozdonyokon és motorkocsikon 3 fázisú áram-hozzávezetéssel, a magyar mozdonyokon pedig 1 fázisú áram-hozzávezetéssel és a mozdonyon elhelyezett átalakító gép – az ún. fázisváltó – segítségével oldotta meg (3-4). Mozdonyait az üzembiztonság, valamint a villamos és járműszerkezeti részek tökéletes összhangja jellemezte. Ez utóbbi tulajdonság annak köszönhető, hogy Kandó a villamosrész tervezésén felül a járműszerkezeti rész tervezését is személyesen irányította. (Korának egyik legjobb járműszerkezeti szakértője volt.)

Gyárunk a II. világháború előtt és az azt követő években a Kandó-féle fázisváltós mozdonyok továbbfejlesztésével foglalkozott. Az eredeti egymotoros, rudazat hajtású mozdonyok helyett egyes-hajtású mozdonyokat gyártottunk. Ezeken a mozdonyokon a sebességszabályozást a korábban alkalmazott pólusszám-átkapcsolás helyett a periódusszám változtatásával oldottuk meg. Később – abban az átmeneti időszakban,

amikor a különféle rendszerű 50 periódusú mozdonyok más országokban is kezdtek elterjedni, de a végleges típusok még nem alakultak ki – Ward–Leonard rendszerű villamos mozdonyok gyártására tértünk át. Ezek a mozdonyok kitűntek kiváló vontatási tulajdonságukkal (5).

A Ward–Leonard mozdonyok gyártásával egyidőben megkezdtük a legkorszerűbb Si-egyenirányítós villamos mozdonyok gyártását is. (Az „Arbeitsgemeinschaft für Planung und Durchführung von 50 Hz Bahnelektrifizierungen" licenciája alapján.) Jelenleg 3000 LE-s Si-egyenirányítós villamos mozdonyokat gyártunk nagy sorozatokban (6). (Ezt a mozdonytípust ismerteti egyik közleményünk.)

Az immár hagyományos megoldásnak számító Si-egyenirányítós kivitel mellett tirisztoros szabályozással is foglalkozunk. 1968-ban 2 kísérleti tirisztoros mozdonyt építettünk. Ezekkel a mozdonyokkal kedvező tapasztalatokat szereztünk, ezért új villamos mozdonytípusainkat már tirisztoros egyenirányító berendezéssel fogjuk felszerelni.

A 3000 LE-s mozdony szállítása mellett tudunk vállalkozni 3750 LE-s és 4800 LE-s négytengelyű, illetve 7000 LE-s hattengelyű villamos mozdonyok szállítására (7). A 3750 LE-s mozdonyt a 3000 LE-s mozdonyból alakítottuk ki. (Nagyobb teljesítményű vontató motor és tirisztoros szabályozás alkalmazásával.) A 4800 LE-s, illetve 7000 LE-s villamos mozdonyt szintén tirisztoros szabályozással, de egyeshajtású kivitelben fogjuk gyártani. Ezekhez a mozdonytípusokhoz olyan vontató motort fejlesztettünk ki, amely kiváló vontatási tulajdonságokkal rendelkező univerzális mozdonyok építését teszi lehetővé.

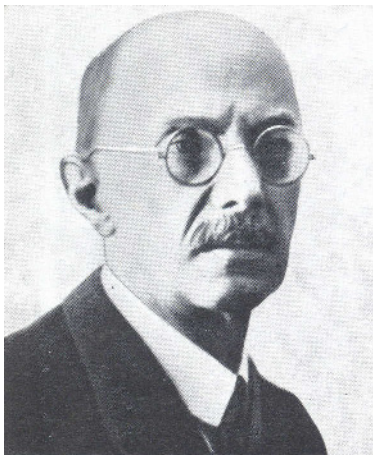
A közúti és helyiérdekű villamos járművek, valamint a bányamozdonyok gyártásában gyárunknak szintén nagy gyakorlata van. Az első villamos bányamozdonyt 1892-ben, az első közúti villamos motorkocsit pedig 1895-ben készítettük. Ezt követően mind belföldre, mind külföldre igen nagy mennyiségű villamos bányamozdonyt, közúti villamos motorkocsit és elővárosi motorkocsit gyártottunk, illetve szállítottunk. Jelenleg sorozatban gyártunk korszerű nyolctengelyű csuklós közúti villamos motorkocsikat (8), amelyek a megrendelő kívánságára hattengelyű kivitelben is készíthetők. (Egyik közleményünk csuklós motorkocsi-típusunkat ismerteti.)

A Diesel-villamos járművek (motorkocsik és mozdonyok) nagyobb mennyiségben való gyártására a II. világháború után rendezkedtünk be, bár ezt megelőzően is foglalkoztunk ilyen járművek gyártásával. Külön említést érdemel, hogy már 1911-ben gyártottunk néhány olyan motorkocsit, amelyek a Diesel-villamos járművek ősének tekinthetők. Ezeken a motorkocsikon az áramfejlesztő generátort nem Diesel-motor, hanem benzinmotor hajtotta ugyan, de a villamos erőátvitel felépítése lényegében azonos volt a kisebb teljesítményű Diesel-villamos járműveknél ma is használt erőátviteli berendezésekkel.

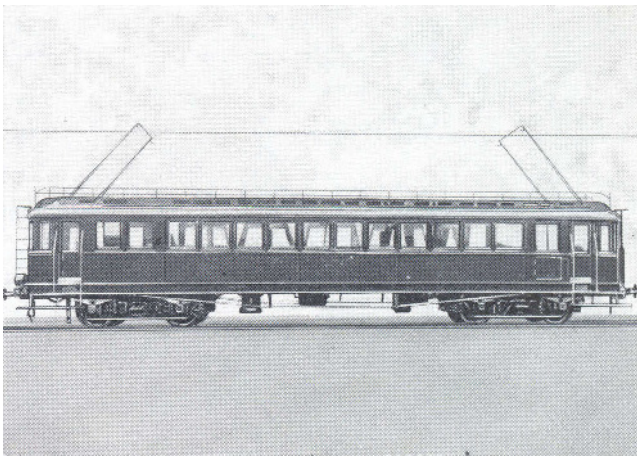
Jelenleg kétféle Diesel-villamos mozdonytípust gyártunk sorozatban. A kisebb teljesítményű (600 LE-s) típus elsősorban tehervonati szolgálatra készült, de többes vezérlésre is alkalmas és így két mozdony összekapcsolásával könnyű vonali szolgálatot is el tud látni. Ebből a jól bevált típusból több mint 1000 darabot készítettünk nagyrészt külföldi rendelők részére (9).

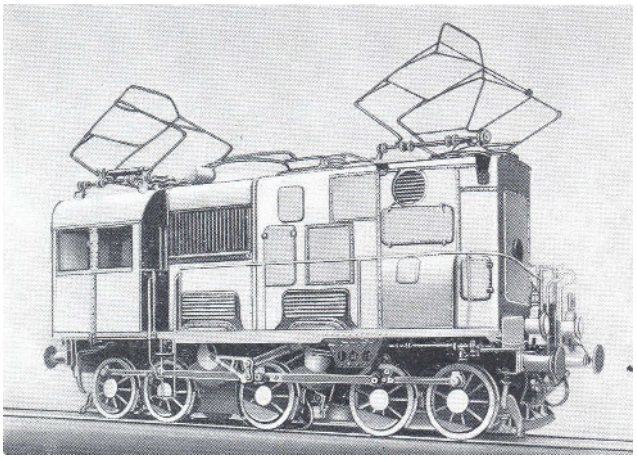
Nagyobb teljesítményű (1000 LE-s) Diesel-villamos mozdonytípusunk már elsősorban vonali szolgálatra készült. E típus gyártása néhány éve kezdődött meg, a szállítások mind belföldre, mind külföldre jelenleg is folyamatban vannak. Ez a mozdonytípus szintén alkalmas többes vezérlésre (10). A kivitelt illetően megemlítjük, hogy ezt a mozdonyt trópusi kivitelben is tudjuk szállítani. (Harmadik közleményünk ezt a mozdonytípust ismerteti részletesen.)

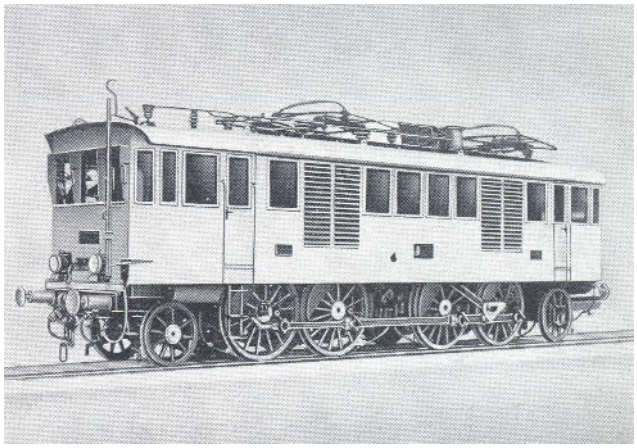
Fejlesztés alatt áll egy 2700 LE teljesítményű hattengelyű Diesel-villamos mozdonytípus is (11). Ennek a mozdonynak a villamos erőátvitelét a nagy teljesítmény miatt már a



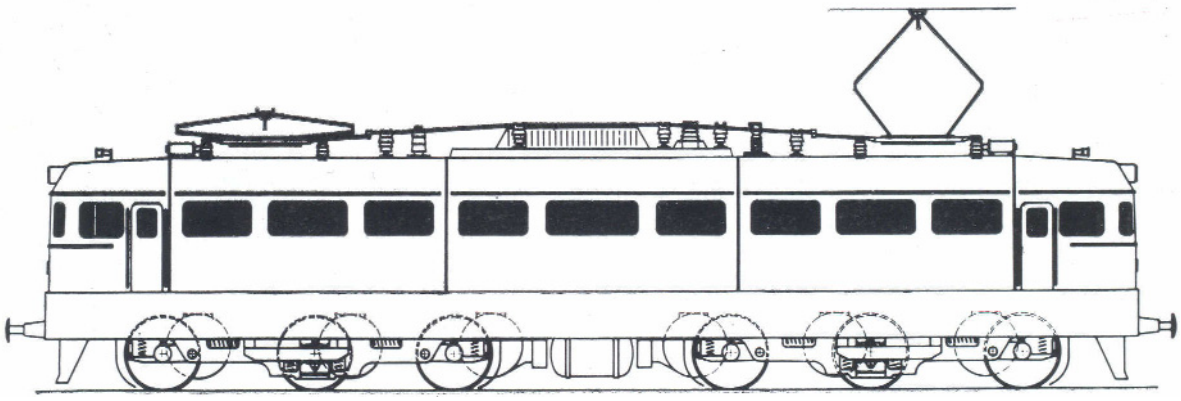
❶ ❷
❸ ❹
❺ ❻







❼

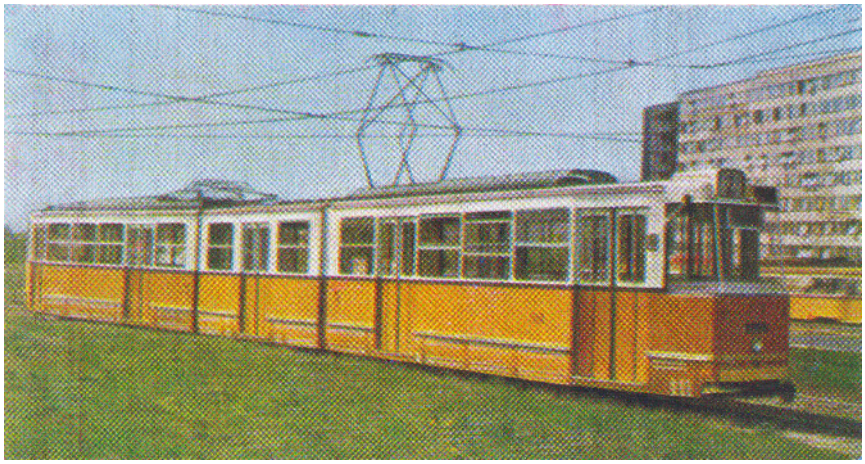


hagyományos megoldástól eltérően alakítottuk ki. Az 1500 fordulatú, Pielstick licencia alapján gyártott Diesel-motor váltakozó áramú generátort hajt meg és a háromfázisú váltakozó áramot Si-egyenirányítón keresztül vezetjük az egyenáramú vontatómotorokhoz. A mozdony szabályozása a legkorszerűbb szabályozástechnikai elemekből lesz felépítve. A mozdony villamos vonatfűtésre is be lesz rendezve. Egy ugyancsak Diesel-motorral hajtott egyfázisú váltakozó áramú generátor a villamos vonatfűtés számára 1500 V egyfázisú 50 periódusú feszültséget szolgáltat. A vonatfűtés céljára rendelkezésre álló teljesítmény 500 kW.

Ugyancsak fejlesztés alatt állnak azok az erőátviteli berendezések, amelyeket közepes teljesítményű (1200-1800 LE-s) négy, illetve hattengelyű és normál, illetve keskeny nyomtávú Diesel-villamos mozdonyokon kívánunk a jövőben alkalmazni. Mivel a Ganz Villamossági Művek elsősorban erősáramú villamos termékeket és komplett villamos berendezéseket gyárt, ezért a villamos mozdonyok, motorkocsik és közúti, illetve elővárosi villamos járművek járműszerkezeti részét gyárunk más vállalatoktól szerzi be. Eddig gyártott villamos járműveinkhez a járműszerkezeti részt kevés kivétellel a Ganz-Mávag gyártotta (korábban a Ganz Vagongyár és a Ganz-Mávag; e gyárak egyesülésével jött létre a Ganz-Mávag). A villamos járművek gyárunk fővállalkozásában készülnek és – mint önálló külkereskedelmi joggal rendelkező vállalat – gyárunk exportálja is azokat.

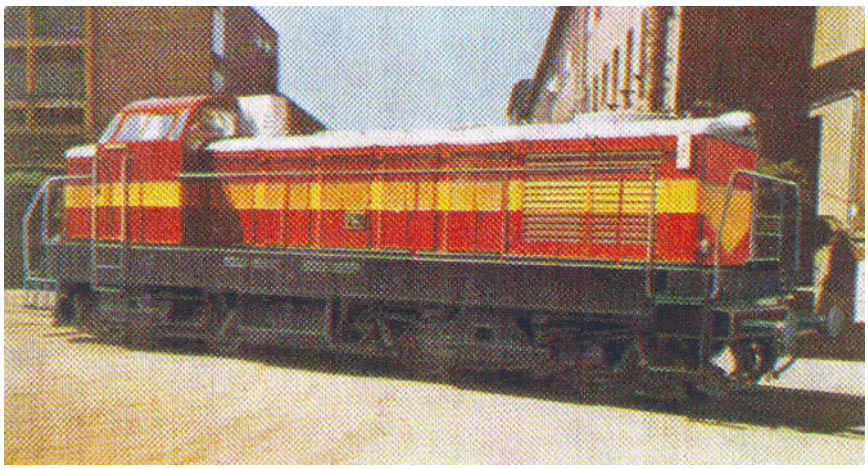
A diesel-villamos mozdonyok magyarországi fővállalkozója és exportőre a Ganz-Mávag. Eddig gyártott Diesel-villamos erőátviteli berendezéseinket a Ganz-Mávag használta fel a fővállalkozásában gyártott Diesel-villamos mozdonyokhoz. Az említett Diesel-villamos mozdonyok fejlesztését a Ganz-Mávag-gal közösen végezzük.

8

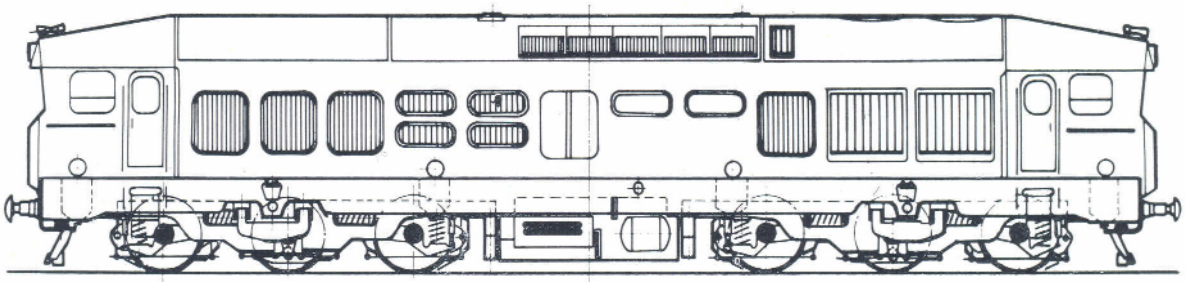


9

10



11



V43.1008

KOVÁCS KÁLMÁN

A MÁV 3000 LE-s Si EGYENIRÁNYÍTÓS VILLAMOS MOZDONYA

A magyar ipar megvásárolta az „Arbeitsgemeinschaft für Planung und Durchführung von 50 Hz-Bahnelektrifizierungen" nyugat-európai munkaközösségtől egy korszerű, 3000 LE-s egyenirányítós mozdony licenciáját. A vásárlással kapcsolatban 7 mozdonyt készen szállítottak, további gyártásra licenciát adtak. A mozdonyt a Ganz Villamossági Művek a Ganz-Mávag gyárral kooperációban gyártja, a villamos berendezést a Ganz Villamossági Művek, járműszerkezeti részét a Ganz-Mávag.
Az említett Munkaközösség a következő vállalatokból áll: ACEC, AEG, Alsthom, Brown-Boveri, Jeumont-Schneider, Oerlikon, Siemens-Schuckert Werke. A járműszerkezeti részeket a Ganz-Mávag a nyugatnémet Krupp cég (főkeret és szekrény részek) és a francia SFAC (forgóvázak) licenciája alapján gyártja.

A fontosabb berendezéseket licenciában gyártjuk. A berendezés egy részét hazai fejlesztésben készítettük, egy kis részét továbbra is importból szerezzük be, mivel ezeknek megfelelőt a magyar ipar jelenleg nem gyárt.

A mozdony főbb adatai:

a) A járműszerkezeti rész adatai:

Tengelyelrendezés	B'B'
Súly	78,0 Mp
A villamos berendezés súlya	32,5 Mp
A járműszerkezeti rész súlya	45,5 Mp
Tengelynyomás	19,5 Mp
Legnagyobb sebesség	130 km/ó
Nyomtáv	1435 mm
Kerékátmérő (új)	1180 mm
Ütközők közötti hossz	15700 mm
Elméleti forgócsap távolság	9100 mm
Forgóváz tengelytávolsága	2300 mm
Teljes tengelytávolság	11400 mm
A sínkoronától mért legnagyobb magasság	4565 mm
Legnagyobb szélesség	3110 mm

A mozdony a MÁV igényeinek megfelelően a következő feladatokra készült:
1500 t-s tehervonatok indítása és 45–55 km/ó sebességgel való vonatatása 8‰-es emelkedőben. 900 t-s gyorstehervonatok vontatása 2‰-es emelkedőben 80–100 km/ó sebességgel.
700 t-s gyorsvonat vontatása sík pályán 120–130 km/ó sebességgel, 7‰-es emelkedőben 80 km/ó sebességgel.

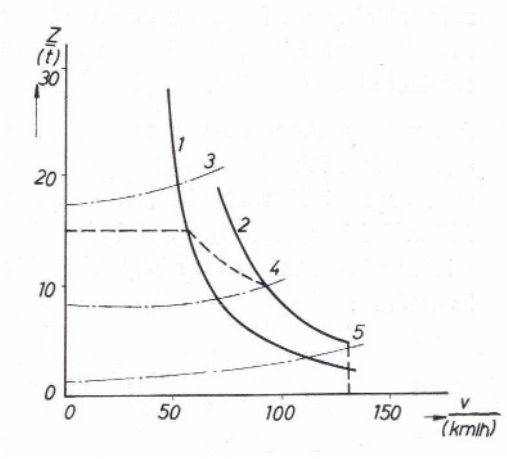
A mozdony vonóerő-sebesség jelleggörbéjét az *1. ábrán* tüntettük fel. Az ábrába berajzoltuk a megfelelő vonatterhelések számított menetellenállását. Látható, hogy a mozdony a kitűzött vontatási feladatokra alkalmas.

b) Villamos adatok:

Felsővezeték feszültség: névleges 25 kV/16 kV
legnagyobb 27,5 kV/17,6 kV
legkisebb 18,8 kV/12,1 kV

A mozdony névleges teljesítményét a névleges feszültség 90%-a feletti feszültségnél tudja leadni.

Állandó teljesítmény	2140 kW
Állandó teljesítményhez tartozó sebesség	52,5 km/ó
Állandó vonóerő	15,0 Mp
Órás teljesítmény	2220 kW
Órás teljesítményhez tartozó sebesség	51,0 km/ó
Órás vonóerő	16,0 Mp
Indító vonóerő (csak a tapadás határolja)	27,0 Mp
Az a sebesség, amelynél még az állandó teljesítmény kifejthető	88 km/ó
Teljesítmény a legnagyobb sebességnél	1630 kW
Vonóerő a legnagyobb sebességnél	4,6 Mp



1. ábra. A mozdony vonóerő-sebesség jelleggörbéje

1 – vonóerő 98% gerjesztésnél, 2 – vonóerő 42% gerjesztésnél, 3 – 1500 t tehervonat menetellenállása 8‰ emelkedőben, 4 – 700 t személyvonat menetellenállása 8‰ emelkedőben, 5 – 700 t gyorsvonat menetellenállása egyenes pályán

1. Járműszerkezet

A járműszerkezet a villamos berendezést és a két vezetőfülkét magában foglaló mozdonyszekrényből és a futóműből áll.

A mozdonyszekrény hosszanti irányban 3 részre oszlik: a két vezetőfülkére és a kettő közötti géptérre. A vezetőfülkék megfelelő hő- és hangszigeteléssel, fűtési lehetőséggel ellátva kényelmes tartózkodási helyet biztosítanak a mozdonyszemélyzetnek. Itt találhatók a vezetéshez szükséges elemek: a vezetőasztal és a fékberendezés.

A géptér a villamos és légnyomásos berendezés elhelyezésére szolgál. Beosztását a *19. ábra* mutatja. A mozdonytetőn az áramszedők, primer áramvezető csövek, főkapcsoló, túlfeszültség-levezető stb. vannak elhelyezve. A géptér középső része az alvázkeretbe van hegesztve, két vége az oldalfalakkal leemelhető a szerelés megkönnyítésére.

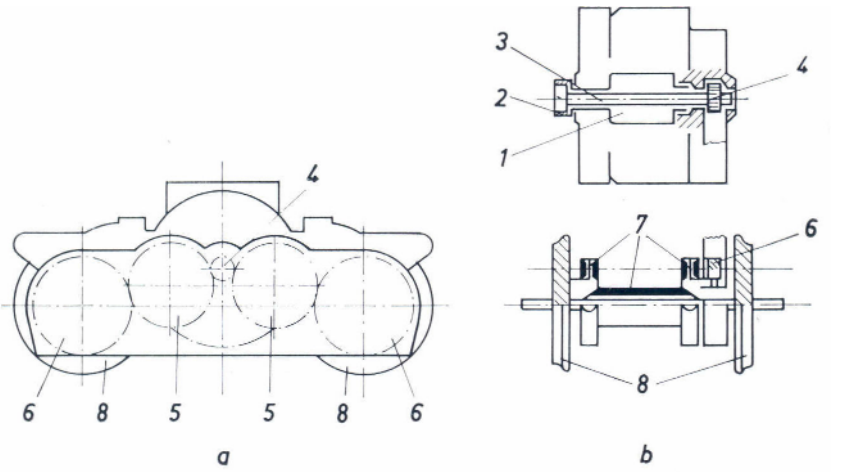
A forgóvázak Jacquemin típusú egymotoros forgóvázak. A hazai mozdonygyártásban először a 3000 LE-s szilícium-egyenirányítós mozdonynál találkozunk egymotoros forgóvázzal. A motor a forgóváz közepén teljesen rugózottan helyezkedik el. Vontatás közben a motor nyomatékának útját a *2. ábra* mutatja. A motortengelyről a nyomaték a növekvő számok sorrendjében jut a hajtott kerékpárra. Az áttétel 1:2,5. A kerékpár és motortengely közötti elmozdulást a két kardáncsukló biztosítja; az egyik a (7) üreges tengelyen, a másik pedig a (6) hajtott fogaskoszorún, ill. (8) kerékpáron helyezkedik el. A hajtásba helyenként beépített gumibetétek csökkentik a tömegerőket.

A forgóváz rugózását mutatja a *3. ábra*. Az (1) kerékpár a himbával rugózatlan, erre a (4) hengeres csavarrugókkal támaszkodik a (3) vontatómotor. Az összekötő rudak (2) a vízszintes erők átvitelére szolgálnak. A mozdony (5) súrlódásos lengéscsillapítókkal van felszerelve. A forgóváz bekötése a *4.* és *5. ábrán* látható. A *4. ábrán* a kígyózásgátló lengő szekrényfelfüggesztés, az *5. ábrán* a vonóerő átvitelére szolgáló, tengelynyomás-eltolódás kiegyenlítését is végző rudazat elvi elrendezése látható.

A szekrény a (2) lengő rudakra van függesztve, melyek a (4) himbák és (7) csúszótámok segítségével támaszkodnak a forgóváz rugózott részére. A (7) csúszótámok elcsúszásánál ébredő súrlódás a kígyózó lengést csillapítja.

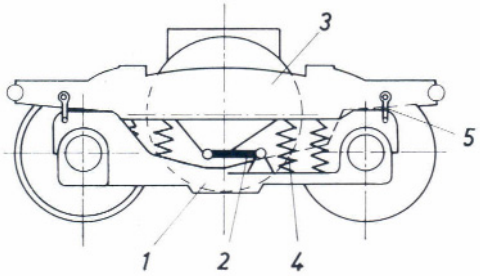
A tengelynyomás-eltolódás kiegyenlítésének alapelvét az *5. ábra* mutatja. Az ábrán a teljes kiegyenlítés esete látható, amikor a vonórudak elhelyezkedése olyan, hogy meghosszabbításuknak és a G súlyerőnek a metszéspontja (0 pont) a sín felső síkjára esik. A valóságban ez a pont kissé feljebb van, ezenkívül a szekrény felől jelentkezik még a csúszótámokon ható súrlódóerő is, ezek kis tengelynyomás-eltolódást okoznak. Az *5. ábrán* a mozdony elülső forgóvázát ábrázoltuk, a berajzolt erőirányok a forgóvázra ható erők vontatás közben. A forgóvázra az említetteken kívül még a fékrudazat is fel van szerelve a működtető hengerekkel és a kézi működtetéssel. Kézifékkel a vezetőfülkéből az alatta levő forgóváz fékezhető.

A mozdony fékberendezése teher-, személy- és gyorsvonati állásba állítható. Tehervonati állásban a fékhatás a fékezés után bizonyos késleltetéssel alakul ki, hogy elkerüljék fékezéskor a kocsik mozdonyra való torlódását, személyvonati állásnál a késleltetés kisebb. Gyorsvonati állásban 60 km/ó felett, a féktuskó a súrlódási tényező csökkenésének a kompenzálására nagyobb nyomással fékez és centrifugális szabályozó csökkenti a fékhenger nyomását 60 km/ó sebességnél a normális értékre.



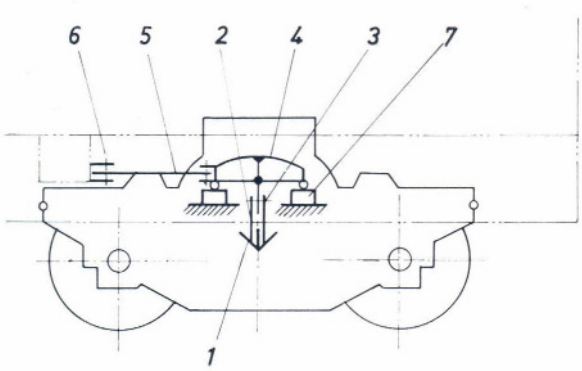
2. ábra. Az egymotoros forgóváz felépítése a nyomatékátvitel szempontjából

a – k oldalnézet, b – elölnézet felemelt motorral, közvetítő fogaskerék nélkül,
1 – motortengely, 2 – torziós rugózás, 3 – tengely, 4 – kisfogaskerék, 5 – közvetítő fogaskerék, 6 – hajtott fogaskoszorú, 7 – üreges tengely a kardáncsuklókkal, 8 – kerékpár



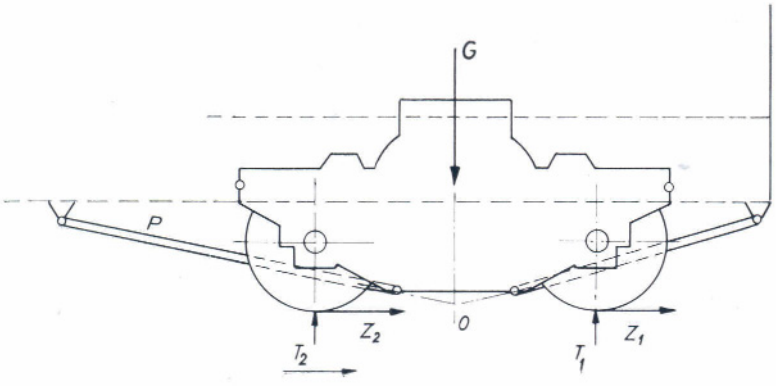
3. ábra. A forgóváz rugózása

1 – kerékpár a himbával, 2 – összekötő rudak, 3 – motor a tartószerkezettel, 4 – rugók, 5 – lengéscsillapítók



4. ábra. A szekrényfelfüggesztés

1 – csukló a szekrényen, 2 – lengő rúd, 3 – csukló a himbán, 4 – himba, 5 – rúd, 6 – csukló a szekrényen, 7 – csúszótám



5. ábra. A vonóerőt átvivő rudazat

G mozdonysúly része, Z_1 Z_2 vonóerő tengelyenként, T_1, T_2 = tengelynyomások, → a mozdony haladási iránya

2. A villamos berendezés kapcsolása

2.1 Erőátvitel

A villamos erőátvitel egyszerűsített kapcsolási vázlatát a 6. *ábra* mutatja. A felsővezetékből az áram az (1) áramszedőn, (2) tetővezetéken, a (4) főkapcsolón és a (7) feszültségátkapcsolón keresztül a (8) transzformátor primer tekercsébe jut. Az áramszedők közül üzemszerűen csak a menetirány szerinti hátsó van felengedve, a másik tartalék. A főkapcsoló a mozdony hálózatról való leválasztására szolgál, mint teljesítménykapcsoló. A mozdony, mint említettük, 16 vagy 25 kV névleges feszültségű felsővezetékről működtethető. A felsővezeték-feszültségnek megfelelően a feszültségátkapcsolóval ez a feszültség a transzformátor primer tekercsének végére, vagy 16 kV-os megcsapolására kapcsolható.

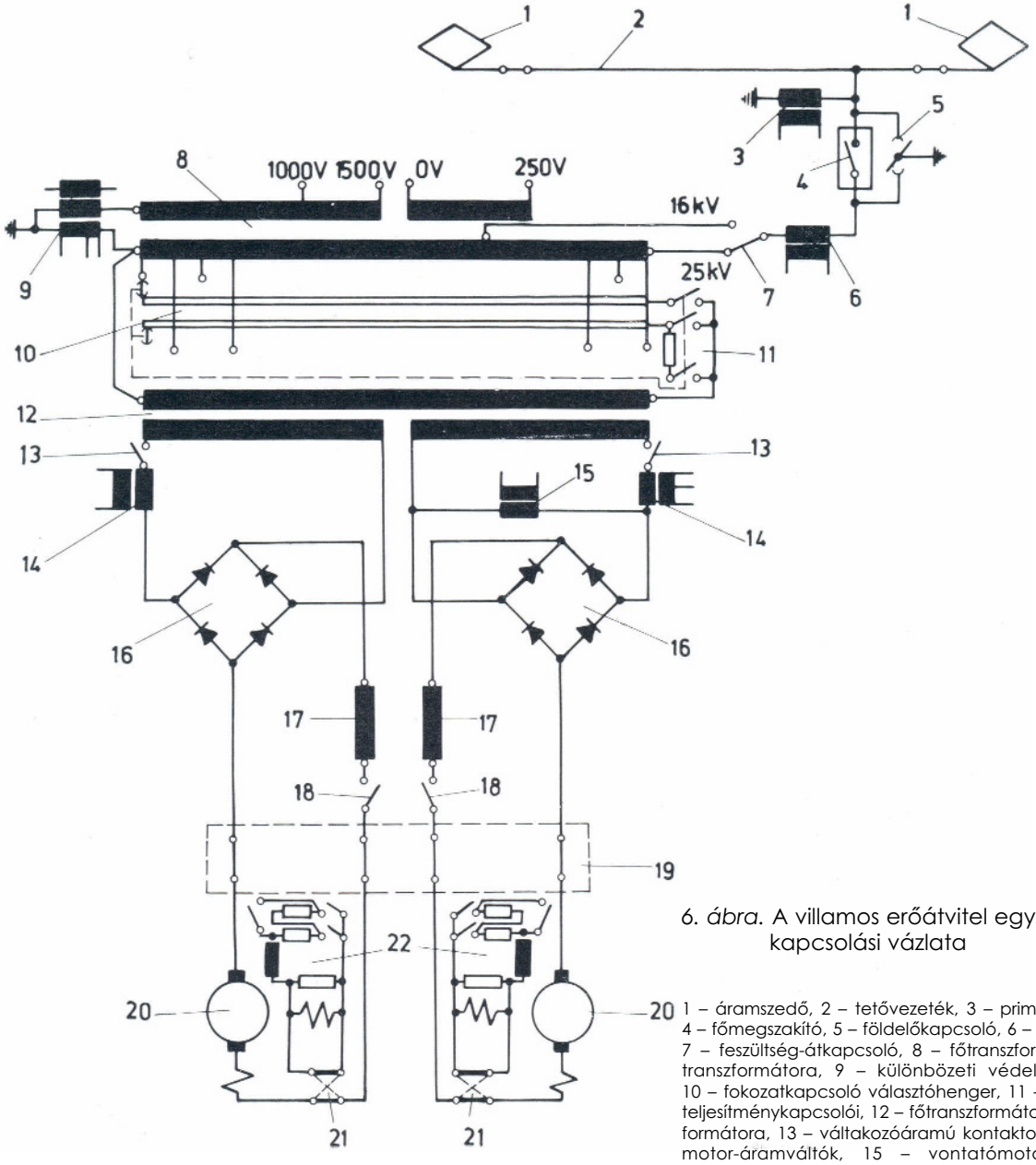
A 25 kV-ra készült (8) szabályozó transzformátor megcsapolásait a (10, 11) fokozatkapcsoló felváltva kapcsolja a második, állandó áttételű (12) módosító transzformátorra, s ennek két szekundér tekercsén jelenik meg a vontatómotorok részére a változtatható feszültség. A fokozatkapcsoló alapelve, hogy a transzformátor-fokozatokat a (10) fokozatválasztó rész felváltva két gyűjtősínre kapcsolja, a teljesítményátkapcsolást pedig három (11) teljesítményátkapcsoló végzi átkapcsoló ellenállás felhasználásával. Az átkapcsolás fő fázisait a *7. ábra* mutatja. Az (1) gyűjtősínről a (2)-re I-II-III–IV, a (2)-ről az (1)-re IV-III-II-I sorrendben történik az átkapcsolás. A fokozatválasztó és a kapcsolók helyes együttműködését merev mechanikai kapcsolat biztosítja.

A transzformátor feszültsége a (13) váltakozó áramú kontaktorokon keresztül jut a (16) egyenirányítókba. A váltakozó áramú kontaktorokkal az egyenirányítók egymástól függetlenül váltakozó feszültségű oldalon feszültségmentesíthetők. Az egyenirányítók Graetz hidak, hídáganként megfelelő számú soros és parallel cellával.
Az egyenirányítókból az áram a selejtező kapcsolóra jut. A selejtező kapcsolóval vagy az egyik, vagy a másik motor selejtezhető, ezenkívül bármelyik egyenirányítóról is táplálható mindkét motor sorbakapcsolva, így egyenirányító hiba esetén a vonat változatlan vonóerővel továbbítható kisebb sebességgel. A selejtezés kézzel történik, kapcsolókar elforgatásával.

A vontatómotorok részére az egyenirányító feszültségét a simító fojtótekercsek simítják. Az áram hullámosságát a simító fojtótekercs 25–50%-ra csökkenti. Itt hullámosság alatt a szuperponált váltakozóáram csúcsértékének és az egyenáram középértékének viszonyát értjük:

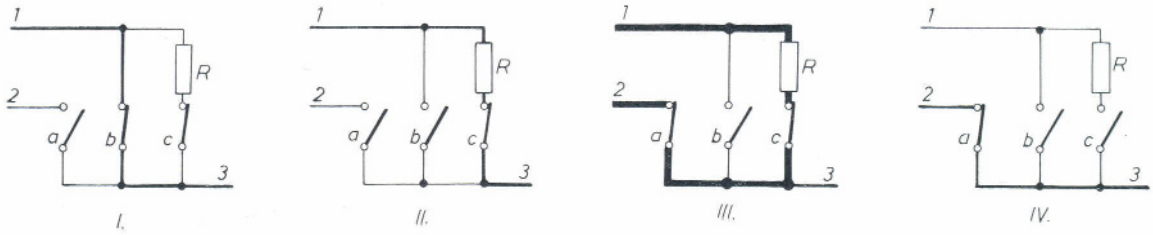
$$h = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}}$$

A vontatómotorok soros motorok mezőgyengítéssel. Az irányváltó kapcsolók a főpólustekercsekben változtatják az áram irányát. A söntellenállásokkal sorba induktivitás kapcsolódik, ez az induktív sönt biztosítja, hogy hirtelen áramváltozáskor is a főpólusáram és armatúraáram viszonya körülbelül az marad, mint állandósult állapotban. Ez a motort áramváltozásokkal, áramszedő lepattanás miatti rövid idejű árammegszakítással szemben érzéketlenné teszi.



6. ábra. A villamos erőátvitel egyszerűsített kapcsolási vázlata

1 – áramszedő, 2 – tetővezeték, 3 – primer feszültségváltó, 4 – főmegszakító, 5 – földelőkapcsoló, 6 – primer áramváltó, 7 – feszültség-átkapcsoló, 8 – főtranszformátor szabályozó transzformátora, 9 – különbözeti védelem áramváltója, 10 – fokozatkapcsoló választóhenger, 11 – fokozatkapcsoló teljesítménykapcsolói, 12 – főtranszformátor módosító transzformátora, 13 – váltakozóáramú kontaktorok, 14 – vontatómotor-áramváltók, 15 – vontatómotor-feszültségváltó, 16 – főüzemi egyenirányítók, 17 – simító fojtótekercsek, 18 – egyenáramú kontaktorok, 19 – selejtező kapcsoló, 20 – vontatómotorok, 21 – irányváltók, 22 – mezőgyengítő berendezés



7. ábra. A fokozatkapcsoló teljesítmény-átkapcsolójának működése

1, 2 – gyűjtősínek a fokozatválasztóban, 3 – áramelvezetés a módosító transzformátorhoz,
a, b, c – teljesítmény átkapcsolók, I, II, III, IV – kapcsolási fázisok

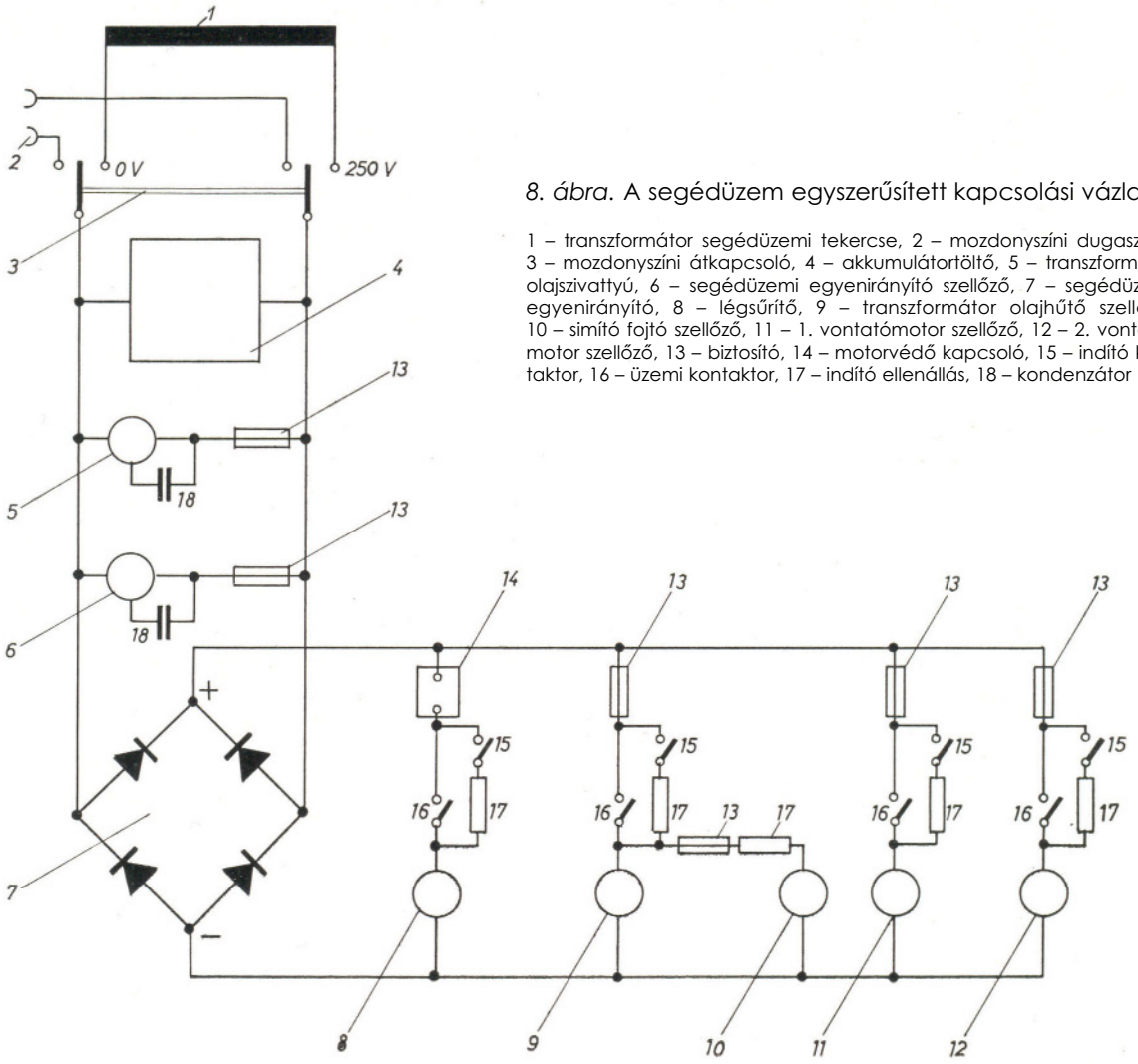
2.2 Segédüzem

A mozdony segédüzemi berendezéseit a főtranszformátor 250 V-os tekercse táplálja. A segédüzemi berendezéseknek a vonali feszültség-ingadozásokra való tekintettel a tápfeszültség +20 és –30%-os változása mellett is megfelelően kell működniük. A segédüzemi áramkörök egyszerűsített kapcsolását a *8. ábra* mutatja. Az ábrából látható, hogy a segédüzemi berendezések három főcsoportra oszthatók: a váltakozóáramú motoros, az egyenáramú motoros berendezésre, valamint a vezérlőkörök tápegységére.

Egyfázisú kondenzátoros aszinkronmotor hajtja a transzformátor olajszivattyút és a segédüzemi egyenirányító szellőzőjét. Itt az aszinkronmotoros hajtást indokolja részben a kis teljesítmény, amely még elfogadható méretű kondenzátort eredményez, részben az a körülmény, hogy az olajszivattyú hajtómotora teljesen zártan, az olaj alatt működik. Ez csak aszinkronmotorral oldható meg. E motorok a főkapcsoló bekapcsolásakor kapnak feszültséget, így a mozdony bekapcsolt állapotában állandóan üzemben vannak.

A nagyobb teljesítményű segédüzemi gépeket, a légsűrítőt és a szellőzőket hullámos áramú, soros motorok hajtják. Az egyenáramú hajtás előnye, hogy nagy indítónyomatéka miatt olyan hajtásra is alkalmas (légsűrítő), ahol a megfelelő indítási viszonyok miatt egyfázisú aszinkronmotor helyett csak háromfázisú motor jöhetne számításba pl. Arno átalakítóról táplálva. Ezenkívül a primer feszültség ingadozása miatt kevésbé kell a gépeket túlméretezni. Ugyanis, míg az aszinkronmotorok teljesítménye a feszültség csökkenésekor az állandó fordulatszám miatt gyakorlatilag állandó marad, addig az egyenáramú soros motorok fordulatszáma és így teljesítménye is a feszültség csökkenésével csökken. Az egyenáramú segédüzem így a feszültség csökkenésére gyakorlatilag érzéketlen. Az egyenáramú segédüzem a segédüzemi egyenirányítóról kap feszültséget. Simító fojtótekercs nincs, a hídkapcsolású egyenirányító feszültsége közvetlenül a motorokra jut. A motorok indítása egyfokozatú indítóellenállással történik, a legnagyobb indítási áramlökés kb. a névleges áram háromszorosa. Az egyes gépek önműködően egymás után indulnak. Ezzel elkerülhető az egyenirányító túlterhelése. A mozdonyon elhelyezett mozdonyszíni dugaszoló lehetővé teszi, hogy a segédüzemet a mozdonyszínben az áramszedő felemelése nélkül működtessük 250 V váltakozó feszültségű hálózatról.

A főtranszformátor segédüzemi tekercse táplálja a vezérlési áramkörök tápegységét, az akkumulátortöltőt is. A töltő az akkumulátorteleppel pufferüzemben dolgozik, és így táplálja a mozdony vezérlő áramköreit, valamint feszültségkimaradáskor a világítási áramköröket.



8. ábra. A segédüzem egyszerűsített kapcsolási vázlata

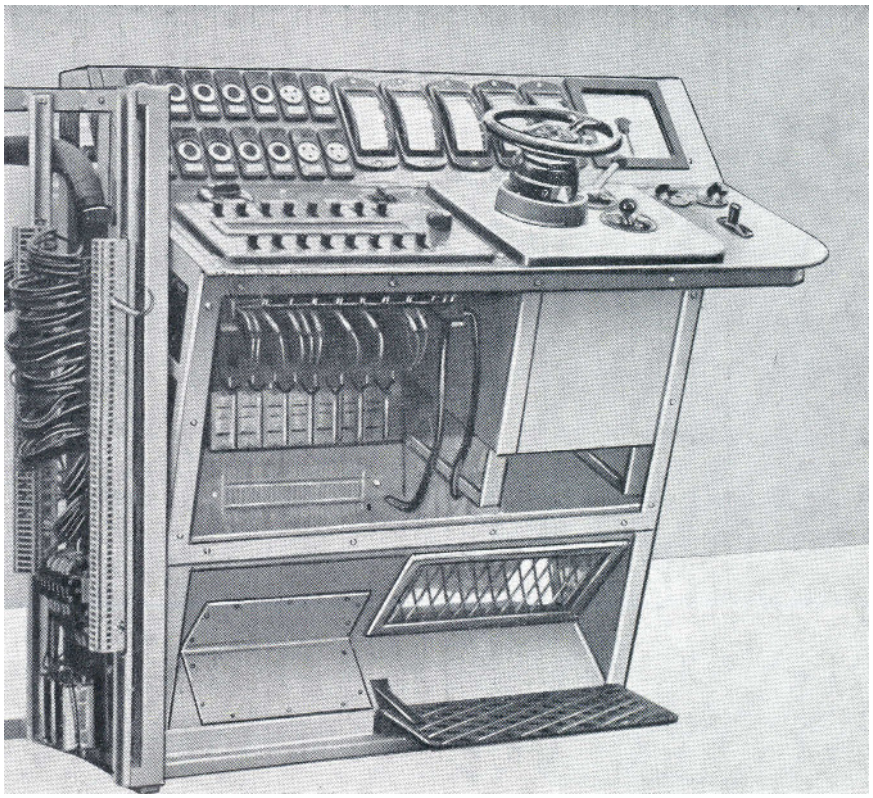
1 – transzformátor segédüzemi tekercse, 2 – mozdonyszíni dugaszoló, 3 – mozdonyszíni átkapcsoló, 4 – akkumulátortöltő, 5 – transzformátor olajszivattyú, 6 – segédüzemi egyenirányító szellőző, 7 – segédüzemi egyenirányító, 8 – légsűrítő, 9 – transzformátor olajhűtő szellőző, 10 – simító fojtó szellőző, 11 – 1. vontatómotor szellőző, 12 – 2. vontatómotor szellőző, 13 – biztosító, 14 – motorvédő kapcsoló, 15 – indító kontaktor, 16 – üzemi kontaktor, 17 – indító ellenállás, 18 – kondenzátor

2.3 Vezérlés

A vezérlő áramkörök az akkumulátortelepről kapják a feszültséget. Az akkumulátorok feszültségváltozása miatt a szabvány megköveteli, hogy az áramkörök 56-113 V feszültség között hibátlanul működjenek. A vezérlő áramkörök úgy vannak kialakítva, hogy két mozdony többesvezérléses üzemére is alkalmasak legyenek. Ezért az alapvető vezérlő vezetékek a csatlásvezetékeken keresztül át vannak vezetve a vezérelt mozdonyra, és annak megfelelő berendezéseit is a vezérlő mozdonyéval azonos módon vezérlik.

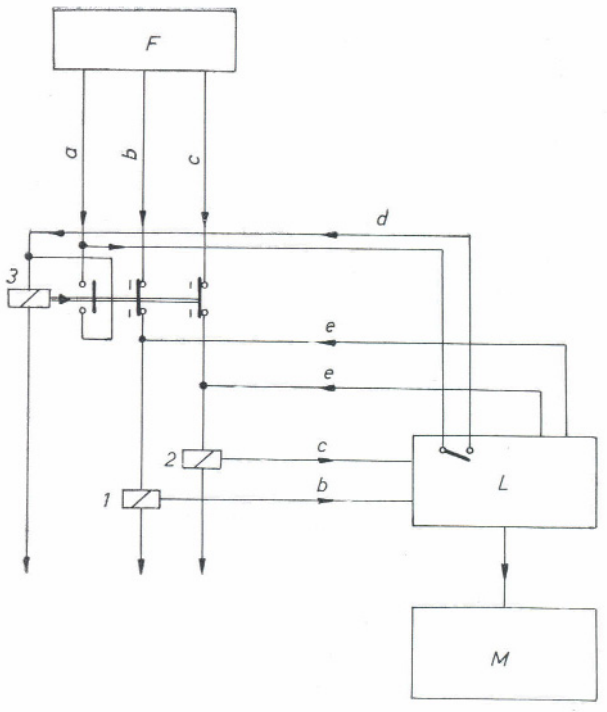
A vezérlések lényegesebb részei:
a nagyfeszültségű berendezések (áramszedő, főkapcsoló stb.) működésének vezérlése,
az erőátviteli kapcsolókészülékek vezérlése,
a menetszabályozás,
a segédüzem vezérlése.

A vezérlések működtető szervei a vezetőasztalban találhatók *(lásd 9. ábra)*. A levehető mozdonykulccsal lehet a mozdony egyik vezetőfülkéjében – mivel mozdonyonként 1 db kulcs van – a működtető kapcsolók áramköreit feszültség alá helyezni. A nagyfeszültségű készülékek – áramszedő, főkapcsoló, feszültségátkapcsoló – működtetése a vezetőasztalba szerelt kapcsolószekrény megfelelő kapcsolójával történik.
A többi erőátviteli kapcsolóberendezés vezérlése a menetszabályozással kapcsolatos.
A menetszabályozás működtető szerve az irányváltó fogantyú, a fokozatszabályozó kerék és a mezőgyengítő fogantyú.
Az irányváltó léghengerét elektropneumatikus szelep helyezi megfelelő irányban nyomás alá, s ez a kapcsolószervét átállítja.
A vezérlés legjobban igénybevett része (kapcsolások száma itt a legnagyobb) a fokozatkapcsoló-vezérlés a fokozatszabályozó kerékkel. A vezérkontroller 6 állásba állítható, ezek közül 3 arretált, 3 rugózott, elengedés után a megfelelő arretált helyzetbe visszaáll. Ez a 6 állás: (– –), 0, (–), N, (+), (+ +) az elhelyezés sorrendjében.
Működés szerint a fokozatszabályozó kerék kiindulási helyzete a 0 állás. Ebben az állásban a fokozatkapcsoló nem indul meg, illetve lefelé mozog a 0 fokozatig. A menet megkezdésekor a fokozatszabályozó kereket az N állásba kell tenni. Ez semleges állás, a fokozatszabályozó kereket ebbe az állásba forgatva a kapcsoló mindig az előző állásban marad.
N-ből rugózottan lehet a kereket (+)-ba, vagy (–)-ba tenni, mindkét helyzetből a rugózás N-be állítja vissza. (+)-ban a fokozatkapcsoló 1 fokozatot megy fel, (–)- ban 1 fokozatot le irányban. (+ +)-ban a fokozatkapcsoló felfelé halad folyamatosan a véghelyzetig. Ennek párja a 0 állás, ahol a fokozatkapcsoló folyamatosan lefelé mozog. A (– –) állás szolgál lefelé kapcsolásra veszély esetén. Hatására a motoráramkörök megszakadnak, így a vonóerő azonnal megszűnik.
Ezeket a folyamatokat vázlatosan a *10. ábra* mutatja. Mint az ábrából látszik, a vezető parancsát a fokozatkapcsoló légmotorja felé három relé viszi át. A légmotor hengereinek elektropneumatikus szelepeit saját bütykös-tárcsás segédkapcsolói vezérlik, hogy az egyes hengerek megfelelő fázisban kapjanak levegőt. Annak megfelelően, hogy fel- vagy le- irányban kell-e forogni, más-más segédérintkezőkre vezető áramköröket kell felhasználni. Ezt két relé oldja meg: mindegyik megszakítja az ellentétes működés vezérlő áramköreit és bekapcsolja a saját iránynak megfelelőket. Ezek az (1) „fel"- illetve (2) „le"-relék. Ha valamelyik bekapcsol, a fokozatkapcsoló légmotorja a relé által megszabott irányba elindul és addig megy, amíg a relé be van kapcsolva. Így történik a sorozatkapcsolás. Egyes kapcsolást a sorozatkapcsolásból a (3) fokozatrelé alakít ki úgy, hogy érzékeli a fokozatkapcsoló vezérlőkapcsoló hengerének segítségével, ha az egy fokozatot elfordult, bekapcsol és öntartó kapcsolásban marad, mintegy emlékszik a fokozatugrásra. Ugyanakkor bekapcsoláskor megszakítja a „fel"- és „le"-relé áramkörét, vagyis megakadályozza a sorozatkapcsolást. Hogy a fokozatkapcsolót feles állásban való megállás ellen biztosítsák – pl. ha a vezető túl rövid kapcsolási impulzust ad – kapcsolás-befejező áramköri részlet gondoskodik arról, hogy a kapcsoló mindig egész fokozatban álljon meg.
A menetszabályozáshoz tartozik még a mezőgyengítés működtetése. A motor főpólusának gerjesztését négy fokozatban lehet gyengíteni. Mezőgyengítésre a vezetőasztalban levő mezőgyengítő fogantyú szolgál. Az egyes fokozatokban a motoronként 3 mezőgyengítő kontaktor a söntellenállásokat különböző kombinációban főpólussal párhuzamosan kapcsolja.
A segédüzemi gépek bekapcsolása a vezetőasztalban levő két kapcsolóval történik. Az egyik a légsűrítőt, a másik a szellőzőket kapcsolja be. A kapcsoló bekapcsolásával a megfelelő segédüzemi gépek elindulnak.
Az egyfokozatú indítóellenállás kiiktatását időelem végzi a bekapcsolás után 1,5-2 mp-cel. Ez az érték beállítható. A szellőzők egymás után lépcsőzött indítása úgy van megoldva, hogy az üzemi kontaktor segédérintkezője kapcsolja mindig a következő gép indító kontaktorát, majd



9. ábra. A vezetőasztal a Budapesti Nemzetközi Vásáron.
Első borítólap plexivel helyettesítve

az időelem biztosítja a felfutási időt, zárja az üzemi kontaktort, stb.
A szellőző csoport felfutási ideje max. 8 mp, így a szellőzők állomáson leállíthatók, csak induláskor kell azokat bekapcsolni. A lépcsőzésen kívül még a szellőző csoport és a légsűrítő egymáshoz is reteszelve van, hogy az egyik indításának ideje alatt a másik ne indulhasson. A légsűrítő kapcsolója az üzem megkezdése után bekapcsolva marad. A nyomásőr automatikusan végzi azután a légtartály nyomáscsökkenésekor a kontaktorok bekapcsolását, a névleges nyomás elérésekor a kikapcsolást.



10. ábra. A fokozatkapcsoló-vezérlés egyszerűsített sémája

1 – „fel" relé, 2 – „le" relé, 3 – fokozatrelé, F – fokozatszabályozó kerék, L – légmotor vezérlés, M – légmotor, a – fokozatonként, b – fel, c – le, d – 1 fokozatot ment, e – fokozatot befejezni

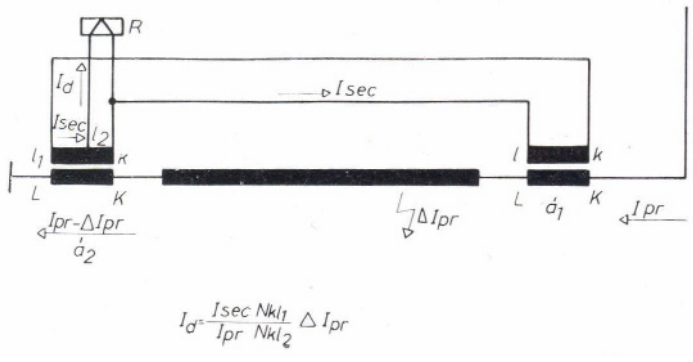
2.4 Védelmi berendezések

A mozdony védelmi berendezései feladat szerint felbonthatók a villamos berendezést védő és balesetvédelmi elemekre. A feladatokat részben villamos áramkörökkel, részben mechanikus reteszelésekkel oldották meg.

A villamos berendezés védeleme:
feszültségvédelem,
túláramvédelem,
testzárlatvédelem,
védelem hibás kapcsolási kombinációkkal szemben,
egyéb védelmek.

A feszültségvédelem rövid idejű túlfeszültségek, minimális feszültség és hibás feszültségre (25 kV-os vonalon 16 kV-ra) való kapcsolással szemben véd. Ide sorolható még az egyenirányítók védelme a névleges záró feszültség túllépése ellen, pl. cellaátütéskor. Ezt az egyenirányítókról szóló cikk ismerteti. [1]
A túlfeszültségvédelem az alkalmazott félvezető-egyenirányítók miatt igen fontos. Ezért a transzformátorokon több túlfeszültség-levezető van elhelyezve.
Minimális feszültségvédelem van a nagyfeszültségű oldalon külön 16 és külön 25 kV-ra. Ez utóbbi egyúttal téves kapcsolással (16 kV-os vonalon 25 kV-ra) szembeni védelem is. Ezenkívül a segédüzemi áramköröket is külön feszültségrelé védi. Ezeknek a reléknek a beállított feszültségre pontosan kell bekapcsolni, tekintettel arra, hogy a 16 kV-os vonal legnagyobb feszültsége 17,6 kV, a 25 kV-os vonal legkisebb feszültsége 18,8 kV lehet. Ezért ide Siemens gyártmányú, Deprez-műszer-szerű mérőművel rendelkező relék kerültek beépítésre, egybeépített segédrelével. A Deprez mérő-relét a feszültségváltó után beiktatott egyenirányító táplálja, a vele kapcsolható áramerősség kicsiny, így csak egy segédrelét kapcsol, s ez már a vezérlő áramkörök kapcsolására alkalmas. A szükséges késleltetést a Deprez-műszeres oldalon soros ellenállással és kondenzátorral lehet beállítani. A késleltetés biztosítja, hogy a minimális feszültség relé az áramszedő lepattanásakor fellépő rövididejű feszültség kimaradáskor nem kapcsol ki, mivel azt a vontatómotor és a segédüzem üzemszerűen elviseli. A túláramvédelem gyors működésű, így megoldja az egyenirányító diódák védelmét is. Erre a célra a vontatómotorok körében külön áramváltót és külön túláramrelét alkalmaznak. A relé közvetlenül a főkapcsoló kikapcsoló tekercsére ad bekapcsoláskor áramot. A túláramrelék Oerlikon gyártmányú lágyvasas mérőrelék, önidejük kicsi, a gyors működésű BBC főmegszakítóval együtt max. 80 msec, így el tudják látni az egyenirányítók zárlatvédelmét.
Ezenkívül fedővédelemként még egy-egy külön áramváltóról táplált azonos Oerlikon relé van a motorok körében, amely a főkapcsoló nyugvóáramú tekercsére hat. Ennek a védelmi körnek az önideje az előzőnél hosszabb, szerepe fedővédelem és túlterhelés elleni védelem.
A motorkörökön kívül a primer és fűtési áramkör védelme van túláramrelével megoldva.
Mivel zárlat megszakítására csak a főmegszakító alkalmas, e túláramrelék is a főmegszakítót működtetik a tartóáramkör megszakításával. A segédüzemi áramköröket zárlattal szemben biztosítók védik, csak a kompresszornak van motorvédő kapcsolója, mivel itt túlterhelés is előfordulhat zárlat nélkül.
Az áramkörök földelési viszonyait üzembiztonsági és balesetvédelmi szempontok alakították ki. A primer kör természeténél fogva egyik oldalán földelt. Itt a testzárlatvédelem differenciál védelem: a transzformátorba befolyó és kifolyó áramot egy-egy áramváltó méri. (*Lásd 11. ábra.*) Ha a két szekunder áram között különbség van, az a relé áramkörén át tud csak folyni.
Az itt alkalmazott $á_2$ áramváltó egyúttal ellátja a transzformátor fűtési tekercsének testzárlatvédelmét is: a fűtési tekercs két végén folyó áram ellentétes irányban folyik át az áramváltón.
A vontatómotorok áramköre és a segédüzemi kör nincs közvetlenül földelve. Ezeknél a feszültség középpontjának potenciálját, amit a transzformátor kapcsaira kötött ohmos feszültségosztóról kapunk, egy feszültségrelé méri a testhez képest s egy bizonyos értéknél maradó jelzést ad. Mivel itt egy testzárlat nem jelent egyúttal főáramú zárlatot, a mozdony azzal tovább üzemeltethető, vonatját a rendeltetési helyre még el tudja vinni. Zárlatot csak még egy testzárlat okoz. Az akkumulátortelep középpontja kismegszakítón keresztül testel. Egyéb helyen fellépő testzárlat esetén a megszakító leold, de a vezérlés egy testzárlattal szintén üzemképes marad. A hibás kapcsolási kombinációkkal szembeni védelem részben villamos, részben mechanikus reteszelésekkel van megoldva.
A mozdonykulccsal mechanikusan reteszelhető a kapcsolószekrény reteszelt kapcsolósora és villamosan egyes vezérlő áramkörök táplálása. A védelmi reteszelések első csoportja a főkapcsoló bekapcsolását reteszeli. A főkapcsoló csak akkor kapcsolható be, ha az áramszedő kapcsoló is be van kapcsolva és van primer feszültség – ezek a reteszelések az áramszedőt védik –, ha a feszültségátkapcsoló a helyes primer feszültségre van kapcsolva és ha a fokozatkapcsoló 0 fokozaton áll. A primer feszültséget feszültségváltóról táplált relé érzékeli.

A menetszabályozásba beiktatott reteszelések főleg a vontatómotorokat védik.
Mechanikusan van egymáshoz reteszelve a fokozatszabályozó kerék, a mezőgyengítő fogantyú és az irányváltó fogantyú. Az irányváltó fogantyú csak a fokozatszabályozó kerék 0 állásában mozdítható, a fokozatszabályozó kerék viszont csak akkor mozdítható el 0-ból a (+) irányba, ha az irányváltó fogantyú valamelyik irányba van kapcsolva. A mezőgyengítő fogantyú csak a fokozatszabályozó kerék N állásában mozdítható növekvő irányban, viszont ha a mezőgyengítő fogantyú nem 0 fokozaton áll, a fokozatszabályozó kerék (+) irányba nem, csak (–) irányba mozdítható. Ezek a reteszelések azt célozzák, hogy az irányváltót csak a fokozatkapcsoló 0 állásában kezeljék, továbbá, hogy ne lehessen mezőgyengített motornál a fokozatkapcsolóval felfelé menni, viszont nem teszik szükségessé veszély esetén gyors visszakapcsolásnál a mezőgyengítő ellenállás előzetes kiiktatását.
Ezeket a reteszeléseket villamos reteszelések egészítik ki: pl. a motorkontaktorok csak akkor kapcsolhatók be, ha mindkét irányváltó ugyanazon irányban áll, söntölni csak a 10. fokozat felett lehet, stb. Reteszelve van a motor bekapcsolása a motor szellőzők és simító fojtó szellőző légáramába helyezett légáramlásjelzőkkel. Ez a reteszelés megakadályozza, hogy ezeket a berendezéseket szellőzés nélkül üzemeltetni lehessen.
A balesetvédelmi reteszelések legfontosabb része a nagyfeszültségű berendezések reteszelése. Míg az áramszedők fel- és leengedése az áramszedő kapcsolóval történik üzemszerűen, az áramszedők kiválasztása az áramszedő választószeleppel a levegőhozzávezetés nyitásával és zárásával. Ez a választószelep csak akkor mozgatható 0 állásba, ha a kapcsolószekrényből a mozdonykulcsot kivesszük (tehát a mozdonyt kikapcsoltuk, az áramszedőt leeresztettük). A választószelep egyik állása megfelel mindkét áramszedő leeresztett állásának, ebben a helyzetben kivehető a választószelep karja és azzal a tetőberendezést földelőkések elmozdíthatók. A tetővezetékek földelésével szabaddá válnak a nagyfeszültségű tér és a tetőnyílás kulcsai.



11. ábra. A transzformátor primerkör különbözeti védelmének elve

$á_1$ – primer áramváltó, $á_2$ – különbözeti védelmi áramváltó, I_{pr} – primer áram, ΔI_{pr} – primer körből a test felé folyó hibaáram, I_{sec} – áramváltó szekunder áram, I_1 – különbözeti relé árama, N_{kl1}, – a különbözeti áramváltó szekunder menetszáma k – I_1, között, N_{kl2} – a különbözeti áramváltó szekunder menetszáma k–I_2 között, K, L, l, I_1, I_2 – áramváltó végek szabványos jelölése

2.5 Jelző- és mérőberendezések

A mérő- és jelzőberendezések elhelyezésénél az volt a törekvés, hogy azok minél kevésbé terheljék a vezetőt. Ezért viszonylag kevés mérőműszert találunk a vezetőfülkében, s ezek közül is csak a legfontosabbak vannak a vezető előtt. A jelzőlámpák száma sem túl nagy és a vörös jelzőlámpák csak hiba esetén világítanak, ha a berendezés rendben van, sötétek, nem zavarják a vezetést. *(Lásd 9. ábra.)*

A vezetőasztalban a két motoráram-mérő, motorfeszültség-, primer feszültség- és segédüzemi feszültségmérő műszer van elhelyezve. Ezek feszültség- és áramváltókról kapják a táplálást, kivéve a segédüzemi feszültségmérőt, mely közvetlenül mér. Villamos jelzőberendezés még a fokozatjelző, mely a fokozatkapcsoló állását szinkró rendszerű villamos tengellyel viszi át a vezetőasztalra. A hátfalon van elhelyezve a fűtési ampermérő és az akkumulátorfeszültség voltmérője.

A mechanikus műszerek közül legfontosabb a Teloc rendszerű sebességmérő. A sebességet a belehelyezett szalagon regisztrálja, az egyik vezetőfülkében levő sebességmérő kilométermutatót is tartalmaz. Három légnyomásmérő műszer a főlégtartály és fővezeték, mozdony első és hátsó fékhenger, továbbá fékoldásnál a túltöltés nyomásértékét mutatja.

A jelzőlámpák két sorban helyezkednek el: a felső sor a saját mozdony, az alsó a csatolt mozdony jelzéseire. A hibajelzések: földzárlat-jelzés, segédüzem nem működik, egyenirányító hibás, főkapcsoló ki van kapcsolva. Sárga és kék jelzőlámpa jelzi a feszültségkapcsoló 25 vagy 16 kV-os állását. Vörös lámpa jelzi, ha a csatolt mozdony fokozatkapcsolója nem áll a 0 fokozaton.

2.6 Fűtés

A transzformátoron 1500 V-os fűtési tekercs van, 1000 V-os megcsapolással. Így alkalmas 1500 V-tal és 1000 V-tal is vonatfűtésre a kocsikban levő fűtőberendezés szerint. A két fűtési kontaktor reteszelve van egymáshoz. A mozdony fűtése vagy a vonatfűtési fővezetékről, vagy attól függetlenül történik. A mozdonyon a vezetőfülkében fűtőtestek, továbbá lábmelegítő és ételmelegítő szolgálják a vezetők kényelmét.

A vonatfűtési csatlást csak feszültségmentes állapotban szabad összekapcsolni. Ennek ellenőrzése úgy történik, hogy a személyzet, amikor a fűtési csatlás összekötését végzi, magánál tartja a mozdonyon levő fűtési reteszelőből kivett reteszelő kulcsot. Ennek eltávolítása a fűtési kontaktort kikapcsolja, illetve nem engedi bekapcsolni.

2.7 Világítás

A világítási áramkörök az akkumulátortöltőben elhelyezett világítási transzformátorról kapnak táplálást, 78 V, 50 Hz áramot. A primer feszültség kimaradásakor egy világítási átkapcsoló átkapcsolja ezeket az akkumulátorra. Kivétel a felső fényszóró, amely csak a hálózatról üzemelve kap feszültséget, 24 V-ot. Az alsó fényszórók fénye tompítható kapcsolóval. Ekkor a felső fényszóró kikapcsolódik, az alsó fényszórók áramkörébe pedig ellenállást iktatunk be. A műszereket beépített lámpák világítják meg. Ezek fényereje fokozatokban szabályozható. A mozdony világítási áramkörére a géptérben és az alvázon elhelyezett dugaszolóaljzatok is rá vannak kapcsolva, amelyekhez kézilámpát lehet csatlakoztatni.

2.8 Éberségi berendezés

A mozdonyok korszerű, Oerlikon gyártmányú éberségi berendezéssel vannak felszerelve. A berendezés kétféle módon ellenőrzi a vezető éberségét. A vezetőasztal alatt elhelyezett pedált, vagy az ablaknál elhelyezett gombot állandóan lenyomva kell tartani. Ha a vezető ezek egyikét sem működteti, 60 m út után kürt szól, majd kb. 100 m út után a berendezés kikapcsolja a főmegszakítót és működteti a féket. Az ellenőrzés másik módja akkor lép működésbe, ha a vezető a pedált állandóan nyomja (pl. rosszullét esetén ráesik, vagy nehezéket tesz rá). Ekkor 1700 m út után csengő szól, majd ha a vezető ekkor sem ad életjelt, kikapcsol és fékez. Az életjeladás a pedál vagy nyomógomb rövididejű felengedése, vagy a menetszabályozó vagy a söntölő működtetése vagy fékműködtetés. Az elgondolás alapja az, hogy ennyi út alatt az említett berendezések valamelyikét úgyis működtetni kell, tehát, ha olyan helyen vezet, ahol sok a tennivaló, az éberségi berendezés nem veszi külön igénybe a vezetőt, mivel mindegyik beavatkozás után az 1700 m-t újra kezdi mérni. Egyéb esetben a vezető időnként a pedált felengedi.

2.9 Tapadást javító berendezések

A mozdony biztonságos üzemét szolgálják, hogy rendkívüli üzemi helyzetben (pl. nehéz vonat indítása kanyarban és emelkedőben, stb.) vagy időjárási nehézségeknél (pl. kezdődő eső, poros, nyálkás sín) a mozdonyvezetőnek a tapadás javítására két lehetősége is van: a homokoló és a csúszásvédő fék. A homokoló a bekapcsolt menetirány szerint 4 csövön fúj homokot az első és a hátsó forgóvázak elé a sínekre. Elektropneumatikus szelepe a kapcsolószekrény egyik kapcsolójával működtethető. Használatával gyakorlatilag majdnem minden időjárásnál el lehet érni a száraz sínre érvényes tapadási tényezőt. A csúszásvédő fék 0,8-1 att-ra szabályozott nyomású levegőt enged közvetlenül a mozdony fékhengereibe, s a működtetés megszűntekor a levegőt gyorsan kiengedi. Feladata főleg a beállt kerékcsúszás gyors megszüntetése, vagy gyors beavatkozás a csúszás elkerülésére rövid szakaszon, pl. útátjáróknál, váltóknál.

3. A főbb villamos berendezések ismertetése

3.1 Főtranszformátor

A mozdony főtranszformátora AEG licencia alapján készülő, BLTH 120 típusú transzformátor, nagyfeszültségű szabályozással.

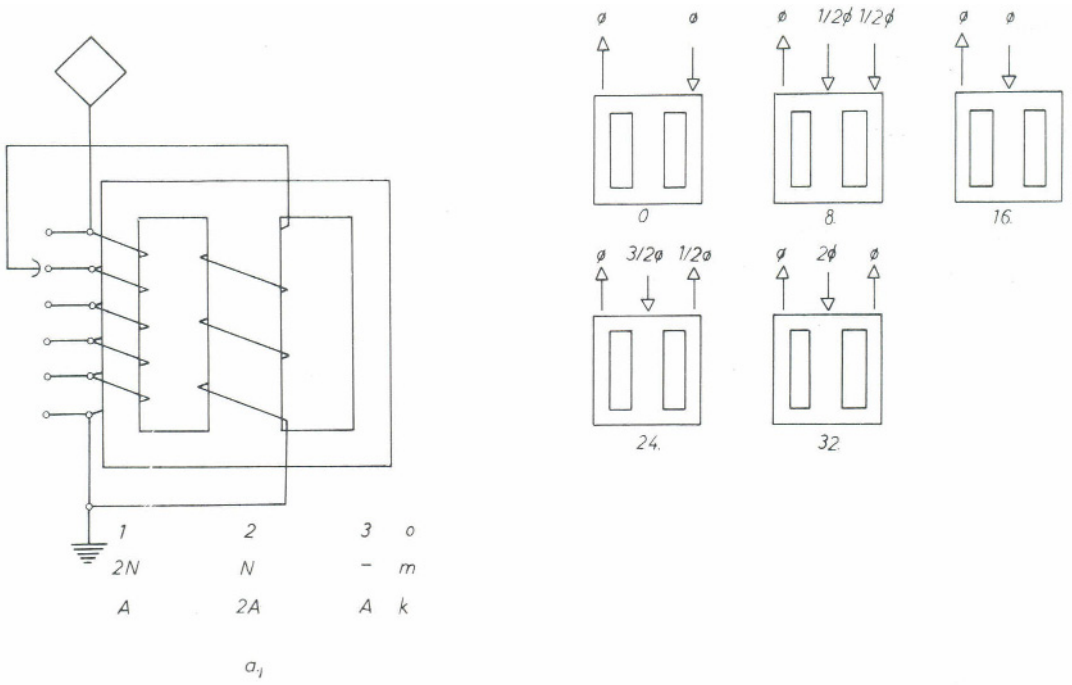
Fontosabb adatai:

Névleges primer feszültség	22,5 kV 25 kV
Névleges primer áram	140 A
Névleges primer teljesítmény	3150 kVA
Szekunder feszültség	0–2 x 1400 V 32 fokozatban szabályozható
Szekunder áram	1125 A
Segédüzemi feszültség	253 V
Segédüzemi áram	600 A
Fűtési feszültség	1011 és 1517 V
Fűtési áram	525 A +10° C-ig és 500 A + 18° C-ig

Az adatok egy része azért van 22,5 kV-ra megadva, mert a mozdony ennél a feszültségnél is leadja névleges teljesítményét. Nagyobb feszültségnél egy relé csak addig engedi felfelé a fokozatkapcsolót, amíg a motorköri feszültség nem lépi túl az 1400 V-ot. A transzformátor a nagyfeszültségű szabályozásnak megfelelően két transzformátort egyesít magában: egy 25 kV-os autotranszformátort, amelyen még el van helyezve a fűtési és segédüzemi tekercselés és egy 22,5 kV/2 x 1400 V áttételű módosító transzformátort, a vontatómotorok egyenirányítóinak táplálására. A transzformátor vázlatos elrendezését a *12a ábra* mutatja. A transzformátor vasmagjának 3 oszlopa van: (1) az autotranszformátor, (2) a módosító transzformátor és (3) a különbségi fluxus részére. Az autotranszformátor vasmagjának keresztmetszete a módosító transzformátorénak fele, a menetszáma pedig kétszerese, ennek megfelelően a maximális feszültségnél a fluxus is fele akkora. Ebben az elrendezésben a fluxusok kialakulását a *12b ábra* mutatja a különböző fokozatokon. Mint látható, az (1) oszlop fluxusa az állandó feszültség miatt állandó, (I). A (2) oszlop fluxusa a fokozatszám függvényében 0-ról 2 Φ-re nő. A (3) oszlop fluxusa közben +Φ-ről –Φ-re változik. Ezzel az elrendezéssel megtakarítható a középső oszlophoz tartozó visszavezető oszlopkeresztmetszet, így az összsúly kisebb, mint ha két különálló transzformátor lenne.

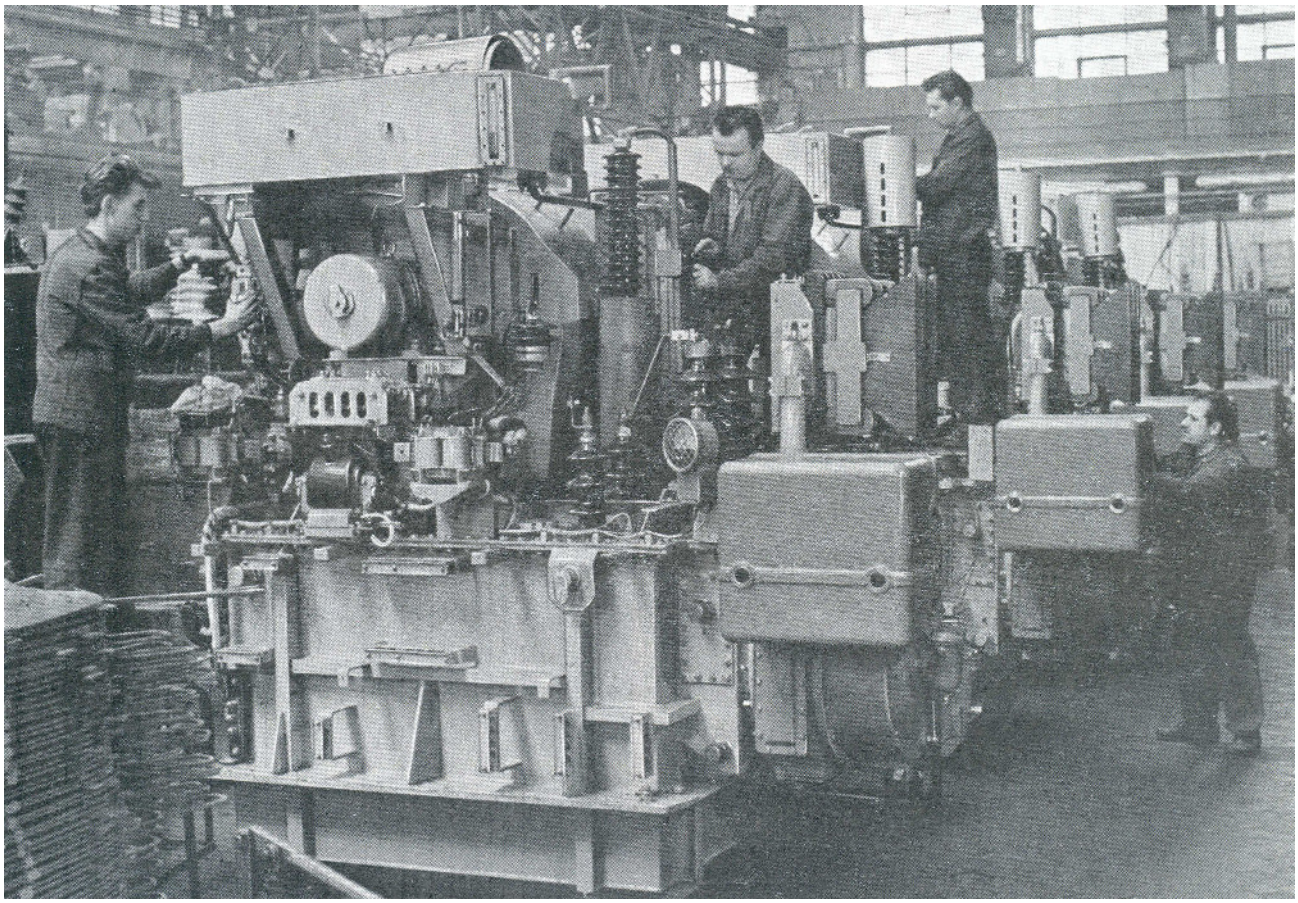
A transzformátor zárlati árama szabja meg az egyenirányító igénybevételét zárlat esetén. A tekercsek elrendezése olyan, hogy az egyik motorköri tekercs rövidrezárásánál a benne folyó zárlati áram nem nagyobb, mintha mindkét tekercset rövidre zárjuk. Ez lehetővé teszi, hogy viszonylag kis zárlati áram mellett az üzemi áramoknál is kicsi legyen a szórási feszültségesés.

A transzformátor mesterséges olajkeringetésű. Az olajat ráépített olajhűtő hűti, amelyen külön ventillátor szívja át a levegőt.



12. ábra. A főtranszformátor elvi elrendezése

a)– a vasmag kialakítása és a 25 kV-os tekercsek, o – oszlop, m – menetszám, k – keresztmetszet,
b) – a fluxus változása az oszlopokban a különböző fokozatokon, 0, 8, 16, 24, 32 – fokozat



13. ábra, BLTH 120 transzformátorok szerelése. A transzformátorra ráépítve az olajhűtő szellőző, áramváltók, feszültségváltó, jobboldalt pedig a fokozatkapcsoló látható

3.2 Főüzemi egyenirányító

A mozdonyba eredetileg Siemens gyártmányú egyenirányítók kerültek beépítésre először gyorsszakaszolós védelemmel, majd a főkapcsolót működtető túláram- és a fokozatkapcsolót visszakapcsoló zárófeszültség-védelemmel. Ez utóbbi típust a Siemens licenciája alapján Siemens diódákkal jelenleg a Ganz Villamossági Művek gyártja. A Villamosipari Kutató Intézet azonban kifejlesztett e mozdonyokhoz hazai diódákkal készülő egyenirányítót. Ezt az Anód Áramirányítógyár gyártja. A hazai egyenirányító beépítési méretei a licencia alapján gyártottal egyezőek, így ez azzal cserélhető. A gyártó-kapacitásnak megfelelően a mozdonyok részben Siemens, részben hazai egyenirányítókkal készülnek.

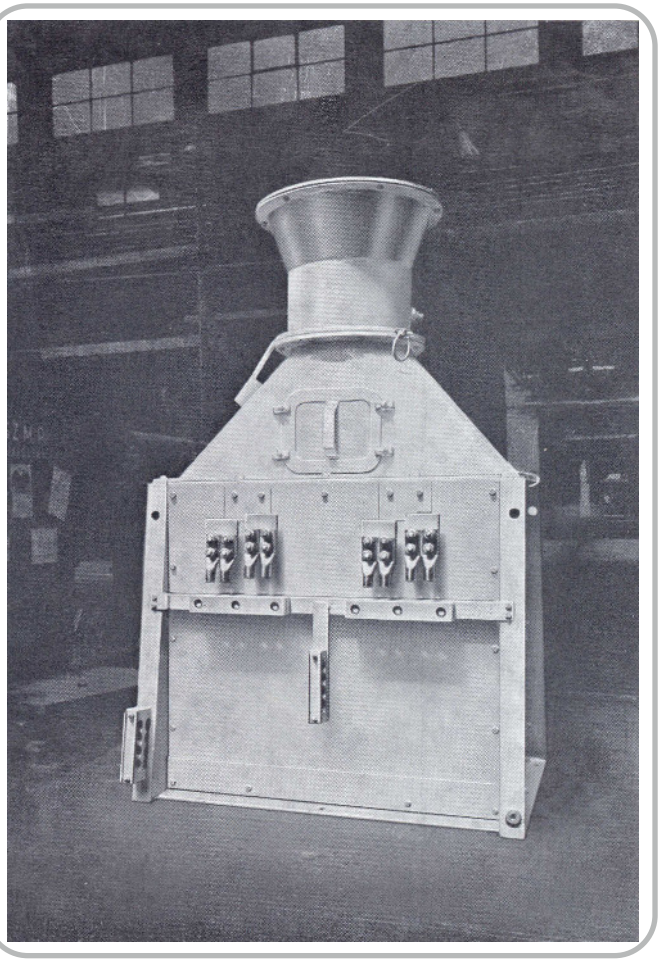
Az egyenirányítók névleges adatai:

Váltakozó feszültség	1520 V
Egyenfeszültség	1360 V
Egyenáram	2800 A

A névleges adatokból látható, hogy az egyenirányítók a motorok indítóáramára és maximális feszültségére vannak méretezve, tehát a motorra átmenetileg megengedhető túlterheléseket állandó üzemben is elbírják. Így nem korlátozzák a mozdony teljesítményét.

3.3 Simító fojtótekercs

A motorok körében az egyenirányító után egy-egy simító fojtótekercs csökkenti az áram hullámosságát a motorok számára elviselhető értékre. A két nyitott vasmagos fojtótekercs egymás mellett van elhelyezve közös tartószerkezetben, és közös szellőzéssel van ellátva. Az egymás melletti elhelyezés folytán a két tekercs fluxusa részben közös, a szórt fluxus nagyobb része a két vasmag között halad, így a környezetben kisebb a zavaró mágneses erőtér. A terkercsek gombolyítása alumínium, a szellőző a fojtótekercs feletti kürtőben van elhelyezve. A motor felett találjuk az axiális átömlésű járókereket. A fojtótekercs képét a ráépített szellőzővel a *14. ábra* mutatja. ACEC licencia alapján készül, hazai szellőzővel.

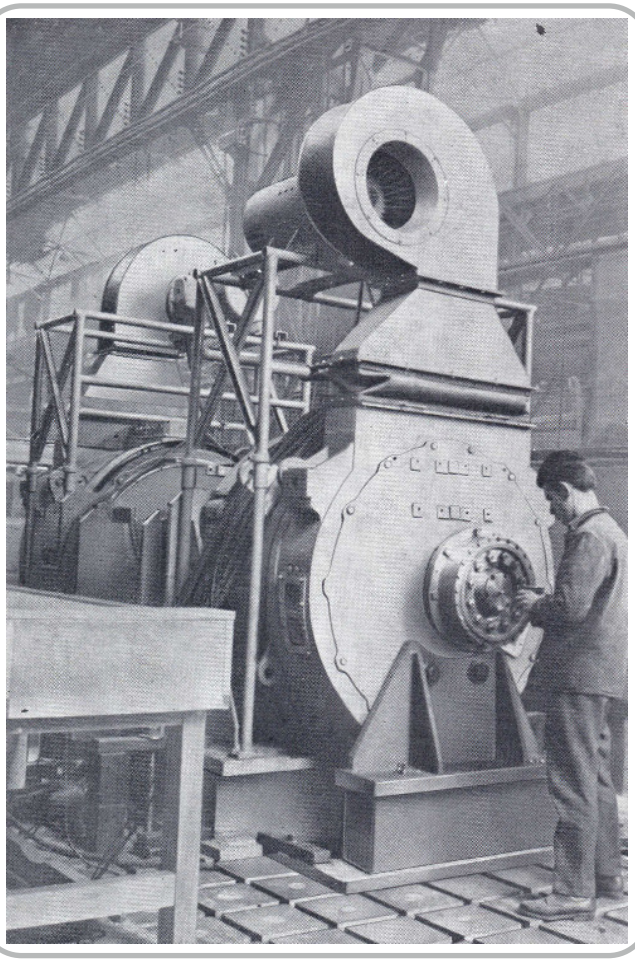


14. ábra. SL 43 A típusú simító fojtótekercs, ráépített szellőzővel

3.4 Vontatómotor

A vontatómotor Schneider–Westinghouse licencia alapján készülő, hullámos áramú motor.

A motor kompenzálatlan, egyenáramú soros motor, tömör állórészkoszorúval és segédpólussal, lemezelt főpólussal. A motor tengelye üres, mivel – mint a mechanikus részénél említettük – a hajtásoldalról torziósan rugózott tengelykapcsoló viszi a nyomatékot a belső tengelyen át a kommutátoroldalon levő fogaskerékszekrény kis fogaskerekére. Érdekessége a marokcsapágyas gépekkel szemben, hogy a motor járműszerkezeti szempontból is a forgóváz szerves része. Az állórészre vannak erősítve a vonóerőt átvivő ferde vonórudak és a fékszerkezet egyes elemei. A motor forgórésze „F" szigetelésű. A szellőző levegőt külön ventillátor a kommutátor oldalon fújja be a géptérből. Így a motor a szellőzőrácsokon már részben megszűrt viszonylag tiszta levegőt kap. A kifúvás a másik oldalon lefelé történik. A kefetartók körbeforgatható kefehídon vannak elhelyezve, így mindegyik sorban a kefecsere az alsó kezelőnyíláson át történik úgy, hogy az illető kefesort a kezelőnyílás fölé forgatjuk. A hullámos áramnál megfelelő kommutációs viszonyokat úgy érik el, hogy a főpólus fluxusingadozását állandó söntölő ellenállással csökkentve, csökken a transzformátoros feszültség, míg a tömör állórészkoszorúban és segédpólusban indukálódó örvényáramok a segédpólus fluxus fázisát forgatják el és így a rövidrezárt menetekben indukálódó feszültség fázisban is megfelelővé válik a kompenzálásra. A motor a próbateremben a *15. ábrán* látható, amint rászerelt saját szellőzőjével van mérésre előkészítve.



Főbb adatai:

Típus	SW 7309
Névl. feszültség	1100 V
Állandó áram	1070 A
Fordulatszám állandó áramnál	610/perc
Max. fordulatszám	1510/perc
Max. mezőgyengítésnél maradó gerjesztés	42%
Hullámosság állandó áramnál	kb. 25%
Hullámosság max. fordulaton	kb. 50%
Indítóáram	1700 A

15. ábra. SW 7309 típusú vontatómotorok próbateremben

3.5 A segédüzemi gépek

A segédüzemi gépek közül a váltakozóáramúak közönséges egyfázisú aszinkron motorok, kondenzátoros segédfázissal. Tekintettel a centrifugál szivattyú és ventillátor hajtásra, az indítási viszonyok kedvezőek, így a kondenzátor értéke az üzemi áramnak megfelelően választható.
Az egyenáramú segédüzemi gépek az Egyesült Villamosgépgyár 2 sz. gyárában készült soros egyenáramú motorok. A gépek egyfázisú egyenirányítóról, szűrés nélkül kapják a feszültséget. Erre az üzemmódra e gépeket az EVIG az egyenáramú sorozat gépeiből fejlesztette ki, az ott alkalmazott alkatrészek felhasználásával. A főpólus-fluxusokat ellenállás simítja, a segédpólusok általában lemezeltek.

3.6 Akkumulátortöltő, akkumulátortelep

Az akkumulátortöltő a Híradástechnikai Vállalat gyártmánya, magyar szabadalom szerint készült, szabályozott töltő. A vasútüzemre különlegesen alkalmas, felügyeletet nem igényel, mivel automatikusan, pontosan tartja a feszültséget, és az akkumulátortelepet állandóan feltöltött állapotban tartja. A töltőt készülékszekrénybe építve a *17. ábra* mutatja.
Az akkumulátortelepet a VBKM készíti, 5VK85M típus. A magasított lúgtér csökkenti a túltöltéssel szembeni érzékenységet, mivel itt egy bizonyos lúgmennyiség rendelkezésre áll, hogy a telep károsítása nélkül elpárologhasson. A telep kapacitása olyan, hogy a töltő meghibásodása esetén kb. 4 órás utat biztosít, és a töltő a teljesen kisütött telepet kb. 10 óra alatt a legnehezebb üzem vitele mellett is feltölti.

3.7 Áramszedő

Az áramszedő BBC licencia alapján készül. Kettős saruja biztos érintkezést ad a munkavezetékkel a legnagyobb sebességnél is. Felerésztése légnyomással történik, de olyan mérsékelt sebességgel, hogy ne ütésszerűen csapódjék a felsővezetékre, így a legnagyobb sebességnél is fel- és leereszthető.

3.8 Főkapcsoló

A főkapcsoló BBC gyártmányú DBTF 30 i250 típus.
Névleges adatai:

Névleges feszültség	25 kV	Névleges megszakítóképesség	250 MVA
Névleges áram	400 A	Saját idő megszakításkor	kb. 35 msec

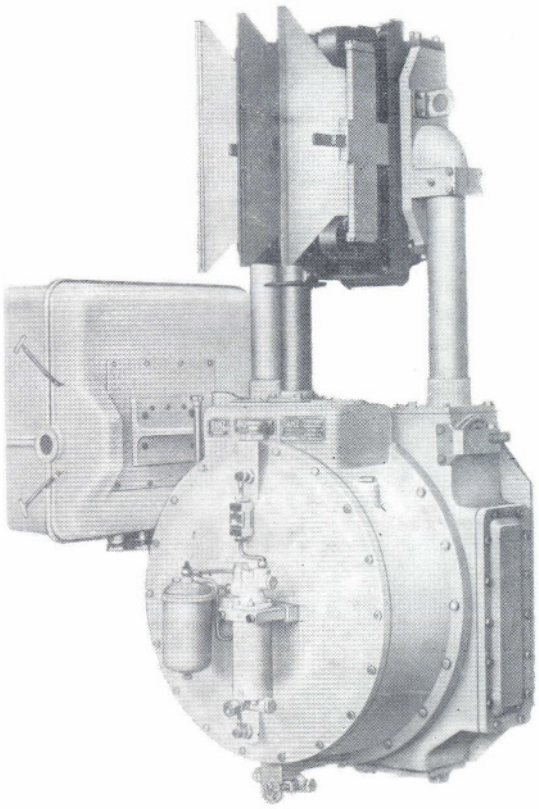
A kapcsoló nagyon üzembiztos és gyors működésű, ezért a mozdony védelmi áramköreiben, mint megszakítónak a legfontosabb szerepe van. Sorbakötött szakaszolóból és légnyomásos megszakítóból áll, a megszakítóval parallel feszültségfüggő ellenállást találunk. Kikapcsolt állapotban a megszakító be, a szakaszoló ki van kapcsolva.
Bekapcsolási parancsra a szakaszoló gyors elfordulással bekapcsol. A megfelelően gyors mozgás károsodás nélkül lehetővé tesz zárlatra kapcsolást. Kikapcsoláskor a megszakító szakít, az ívet a kiáramló levegő oltja el. A megszakítóval párhuzamosan kötött feszültségfüggő ellenállás korlátozza a kapcsolási túlfeszültség értékét. Az áram megszűnésének megfelelő késleltetéssel a szakaszoló is kikapcsol, majd a megszakító visszazár s ezzel a kapcsolási folyamat befejeződik.
Ennek a működésnek megfelelően a gyors megszakítás mellett még a kapcsolási túlfeszültség is kicsi.

3.9 A fokozatkapcsoló

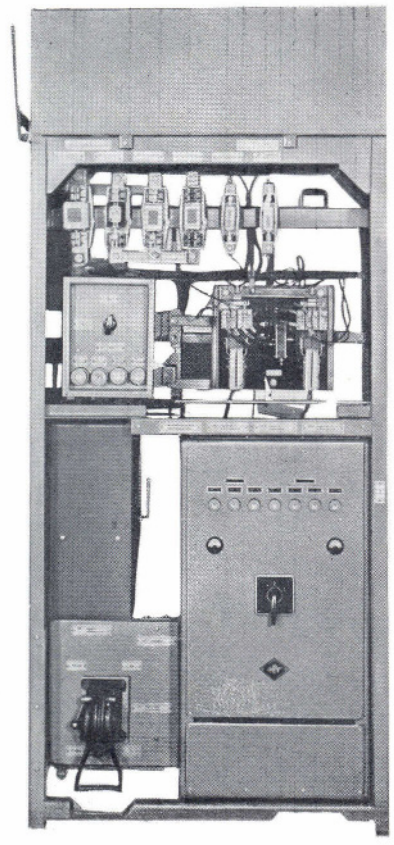
A fokozatkapcsoló Brown-Boveri licencia alapján készül. Két részből áll: a fokozatválasztó és a teljesítmény átkapcsoló részből. Az olajjal töltött, hengeres alakú fokozatválasztó rész a transzformátor oldalára van csavarozva. Ebben helyezkedik el két koncentrikus körív mentén a 32 álló érintkező, mely a transzformátor megcsapolásaihoz csatlakozik. A teljesítményátkapcsoló három mágneses fúvású légkontaktora szigetelő tartókon a választóhenger házára van felépítve. A kontaktorok működtetése mechanikus, szigetelt bütykös tárcsák segítségével van megoldva.
Az egész kapcsoló meghajtását négyhengeres dugattyús légmotor biztosítja. A hengerekbe a be- és kiömlő működtető levegőt négy elektropneumatikus vezérlő szelep adagolja a kellő pillanatban és a kellő ideig. Ezáltal a szükséges forgómozgás előállítható. A légmotoron van a vezérléshez szükséges két bütyköstárcsás segéd kontaktus-sorozat.

Névleges adatok:

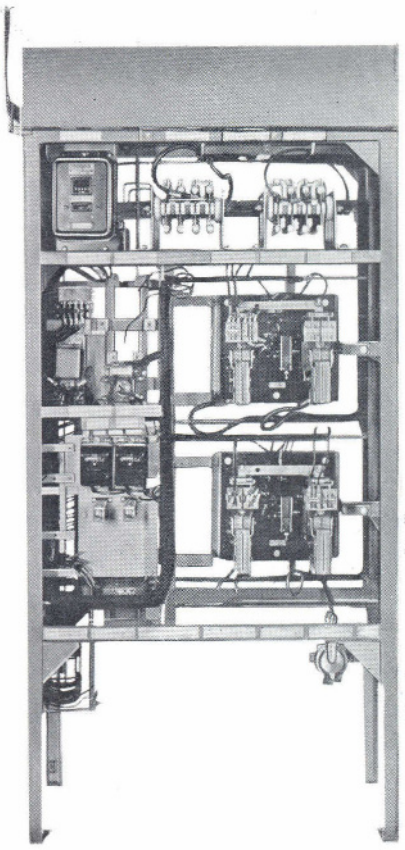
U = 25 kV 50 Hz
I = 400 A
$U_{fokozat\ max}$=2000 V
fokozatszám = 32
fokozatváltási idő = 0,3 mp
mechanikus élettartam = 6 000 000 kapcsolás



16. ábra. 3000 LE-s villamos mozdony fokozatkapcsolója



17. ábra. Segédüzemi készülékszekrény. A jobb alsó részén az akkumulátortöltő látható



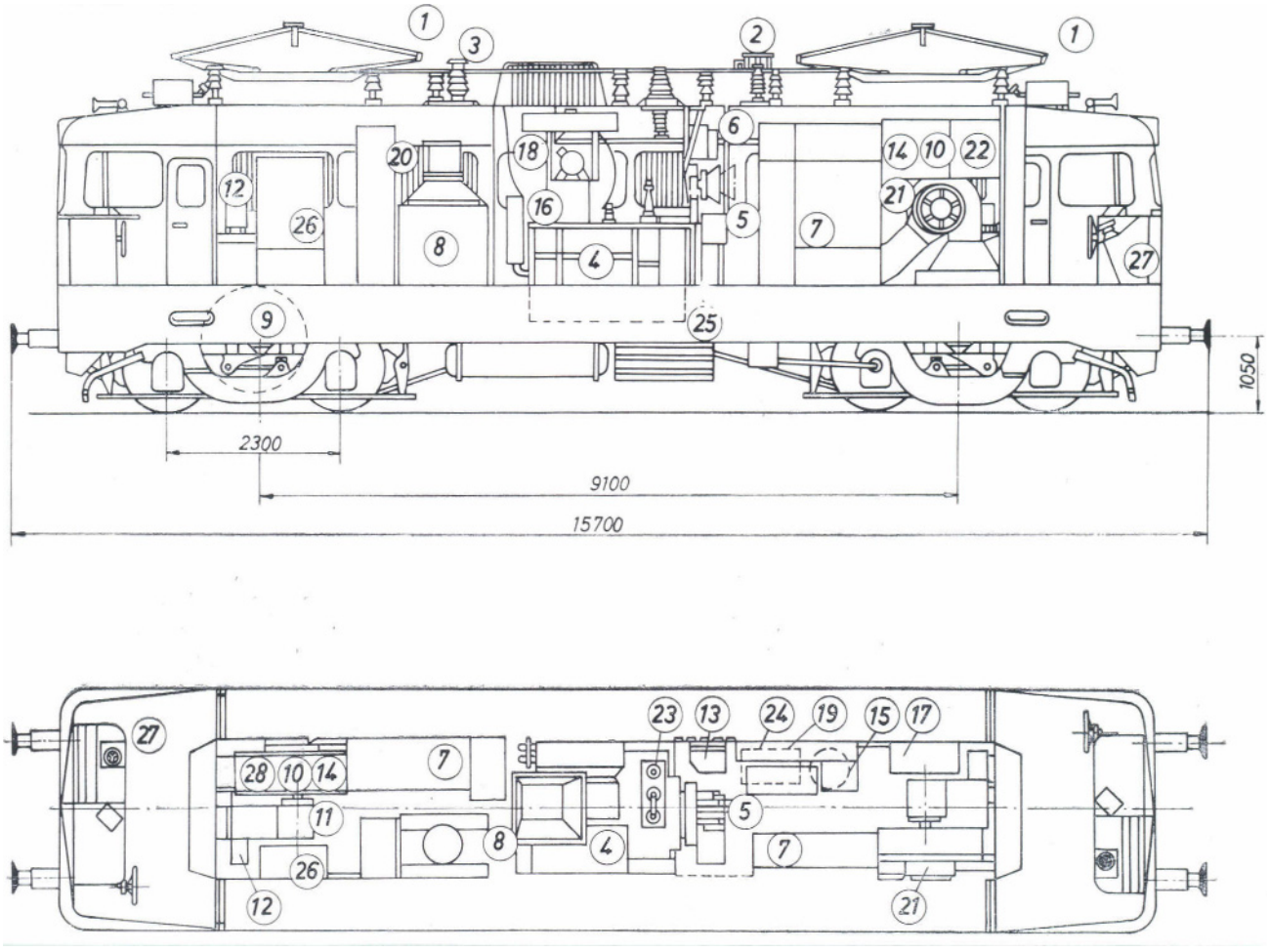
18. ábra. Segédüzemi kontaktorszekrény

4. A villamos berendezés szerelése

A villamos berendezésre jellemző szerelési szempontból, hogy az szögvas keretből álló készülékszekrényekben van csoportosítva. Egy-egy ilyen készülékszekrényt mutat a *17.* és a *18. ábra*. Ezeket a szekrényeket külön gyártják és készen szállítják a mozdony szereléséhez; így kerülnek a mozdonyszekrénybe beerősítésre. A szekrények vezetékei a rajtuk elhelyezett kapocslécekhez csatlakoznak.

A mozdonyszekrényben a vezérlőkábelek a folyosók fölött és a vezetőfülkék hátfalán teljesen körbefutó kábelcsatornában helyezkednek el kötegben, impregnált vászon burkolattal. Ebből ágaznak le az egyes szekrényeknél a számozott vezetékek, amelyeket a szekrény-kapocslécekhez be kell kötni. Ez a szerelést nagyban egyszerűsíti és gyorsítja. A vastagabb erősáramú kábelek természetesen külön helyen futnak, megfelelően merevítve.

A mozdony belső elrendezését a *19. ábra* mutatja.



19. ábra. A mozdony villamos berendezésének elrendezése

1 – áramszedő, 2 – főmegszakító, 3 – primer feszültségváltó, 4 – transzformátor, 5 – fokozatkapcsoló, 6 – váltakozó áramú kontaktor, 7 – főüzemi egyenirányító, 8 – simító fojtótekercs, 9 – vontatómotor, 10 – söntkontaktor, 11 – vontatómotor-szellőzőmotor, 12 – induktív sönt, 13 – egyenáramú motorkontaktor és selejtező, 14 – irányváltó, 15 – segédüzemi egyenirányító, 16 – vontatómotor-áramváltók, 17 – segédüzemi szekrény akkumulátortöltővel, 18 – transzformátor-olajhűtő szellőző, 19 – légsűrítő, 20 – simító fojtótekercs szellőző, 21 – vontatómotor-szellőző, 22 – motorszellőző kontaktora, 23 – feszültség-átkapcsoló, 24 – reléállvány, 25 – akkumulátortelep, 26 – segédüzemi szekrény, 27 – vezetőasztal, 28 – fűtési kontaktor

5. Üzemi tapasztalatok

Az első hazai gyártású szilícium egyenirányítós mozdony a V 43 1008 pályaszámú, az import mozdonyok megjelenése után kb. egy évvel, 1964 júniusában került feszültség alá. Próbaprogramját megfelelő biztonsággal állították össze, mivel új mozdony volt a hazai ipar számára. Az első próbautak azonban olyan kedvező eredményeket adtak, hogy a kísérletek egy részét el lehetett hagyni, és a mozdony forgalomnak való átadása július 31-én megtörtént. A gyors sikerben természetesen szerepet játszott az is, hogy az említett külföldi cégek az új típussal kapcsolatos kísérleteket, a végleges kialakításnak megfelelő változtatásokat az importmozdonyok egyéves üzeme alatt nagyrészt elvégezték, és ezeknek eredményeit is a licenciával együtt megkaptuk.

A továbbiakban 1970 közepéig a MÁV részére 130 hazai gyártású mozdony került leszállításra. Ezek az első részben leírt vontatási feladatokra megfelelnek, és az import mozdonyokkal teljesen azonos vontatási feladatot látnak el a MÁV villamosított vonalain.

I R O D A L O M

[1] Dr. Kövessi Ferenc: Félvezetők alkalmazása a Ganz Villamossági Művek 3000 LE-s egyenirányítós mozdonyán és az alkalmazás távlatai. (Ganz Villamossági Közlemények 4. szám 67-77 o.)

[2] Kovács Kálmán: Szilícium-egyenirányítós villamos mozdony a MÁV részére. (Ganz Villamossági Közlemények 2. szám 60-62 o.)

[3] Józsa Miklós: Nagyfeszültségű fokozatkapcsoló a 3000 LE-s villamos mozdonyhoz. (Ganz Villamossági Közlemények 2. szám 72-73 o.)

GÁBOR PÉTER

A „GANZ” CSUKLÓS KÖZÚTI VILLAMOS MOTORKOCSIK

A GANZ-gyárak már a fejlődés kezdete óta rendszeresen gyártottak mind belföldi, mind külföldi rendelőknek a helyi közlekedés részére közúti- és helyiérdekű vasúti motorkocsikat. Ezen a területen legfőbb rendelőnk a múltban és a jelenben is Budapest Főváros, úgyhogy egymást követő típusaink kialakulásában a Főváros igényeinek mindig döntő szerepe volt.

A Fővárosi Villamosvasút (FVV, korábban BSzKRT) részére a két világháború között 1928-30-ban, majd 1939-40-ben szállítottunk nagyobb motor- és pótkocsi sorozatokat. A háború és annak következménye miatt azonban Budapest 1940-től 1956-ig nem kapott új motorkocsikat, úgyhogy a meglevő kocsipark az 1950-es évek közepére már meglehetősen elavult. Ezenkívül a forgalom jelentős megnövekedése miatt még további új kocsikat is forgalomba kellett állítani.

Ennek a hiánynak a pótlására szállítottunk 1956 és 1965 között a Budapesti Közlekedési Vállalat részére összesen 375 négytengelyű ún. UV típusú motorkocsit. A 2-1-2 ajtóelrendezésű, 12,6 m hosszú, 7 álló utas/m^2 alapon 133 fő befogadóképességű kocsi kétirányú forgalomra készült, két vezetőállása van és többes távvezérlésre alkalmas. Ennek érdekében elektromágneses kontaktoros távvezérléssel van ellátva. Motorainak állandó teljesítő képessége 4 x 37 = 148 kW, órás teljesítőképessége 4 x 44 = 176 kW, maximális sebessége 50 km/ó. Az utolsó 100 kocsi egy vezetőállással és 2-2-2 ajtóelrendezéssel készült.

Az UV kocsik közbekapcsolt pótkocsival túlnyomórészt hármas szerelvényekben közlekednek, és kb. 350 utas/szerelvény befogadóképességükkel döntő részt viselnek a magyar főváros közlekedésében [1].

Az UV kocsik után újabb típus kifejlesztése vált szükségessé. A Főváros részére a sebesség növelése, a személyzet és az utasok kényelmének fokozása vált elengedhetetlenné, gyárunk és mechanikus partnerünk számára pedig az alkalmazott készülékek, a kapcsolástechnika, a futó- és hajtómű stb. korszerűsítése vált időszerűvé. A Fővárosi Tanács, a BKV és a Közlekedés- és Postaügyi Minisztérium szakemberei külföldi tapasztalatok alapján 1961-ben azt állapították meg, hogy Budapesten csuklós kocsikra van szükség. Mint ismeretes, a csuklós kialakítás a személyzethiány miatt és az üzemi költségek csökkentésére elsősorban a közlekedési vállalatnak érdeke, és célja, hogy egy kalauz az eddiginél több utast tudjon kiszolgálni. Ehhez a kocsit meg kell hosszabbítani, amihez azonban a kissugarú pályaívek miatt a kocsiszekrényt a hossztengelyben hajlékonnyá kell tenni.

Az új csuklós motorkocsik villamos berendezését a GANZ Villamossági Művek, járműszerkezeti részét pedig a Ganz-Mávag Gyár Vagongyáregysége fejlesztette ki szoros együttműködésben [2, 3].

A „GANZ” csuklós motorkocsik felépítésének elve

A kocsik forgóvázas szerkezetűek. Alaptípusuk a háromrészes, nyolctengelyű változat (*1. ábra)*, amit úgy lehet a régebbi típusokból leszármaztatni, hogy két négytengelyű kocsi egy-egy végét a forgócsap középvonalában levágjuk, és helyükre egy közbenső, mindkét végén levágott kocsirészt illesztünk be, majd a levágott kocsivégeket, csuklóval összekötjük *(2. ábra)*. A csuklókat nem hajtott, ún. futó forgóvázak támasztják alá. A csuklós kocsik a C középrész és egy forgóváz kihagyásával kétrészes, hattengelyű változatban is készülhetnek. Az egységesség érdekében mindkét változat gépi berendezése azonos, ezért a motorteljesítményt és a kapcsolóberendezés nagyságát a háromrészes változat határozta meg. Ugyancsak az egységesség kedvéért viszont az egész gépi berendezés az *A* és *B* kocsirészen van elhelyezve *(20. ábra)*, a *C* középrészen csak a saját magához tartozó részek (ajtómozgatás, világítás, a negyedik forgóváz fékje), valamint átmenő kábelek vannak, úgyhogy a kétféle kocsi a középrész ki- vagy beiktatásával bármikor átalakítható a másik változatra.

A négy szélső tengely van hajtva. A csuklós részt tehát négytengelyű. motorkocsival *egybeépített* egész (vagy fél) *pótkocsinak* is tekinthetjük. Ez a kalauzlétszám csökkentésén kívül biztosítja a pótkocsis üzem műszaki előnyeit is, ti. azt, hogy két kocsinak megfelelő férőhelyhez csak egy kocsira való gépi berendezést kell üzemben tartani anélkül, hogy a két kocsi közötti holt tér és a csatolás problémái jelentkeznének.

A beépített pótkocsi jelleget a kocsi menettulajdonságainak megítélésekor is figyelembe kell venni. A súlyok kedvező elosztásával, többek között a gépi berendezésnek az *A és B kocsirészre* való koncentrálásával el lehetett érni, hogy a nyolctengelyű kocsin a tapadósúly (a hajtott tengelyekre eső súly) üresen és teljes terheléssel egyaránt a teljes súlynak 64%-a *(2. ábra)*. Ezzel a tengelynyomások eltolódását is figyelembe véve a kerék és a sín között μ_t=0,22 közepes tapadási tényezőt kihasználva 1,0 m/sec^2 gyorsulást lehet elérni, ami már elég nagy ahhoz, hogy növekvő-gépkocsiforgalomban a kocsinak kellő mozgékonyságot biztosítson. 1 m/sec^2-nél nagyobb gyorsulásra a túlnyomórészt álló utasokra való tekintettel nem is kívánatos törekedni. A nagy gyorsulások elérése érdekében azonban a csuklós járművekkel jobban ki kell használni a kerék és a sín közötti tapadást, mint a minden tengelyen hajtott motorkocsikkal.

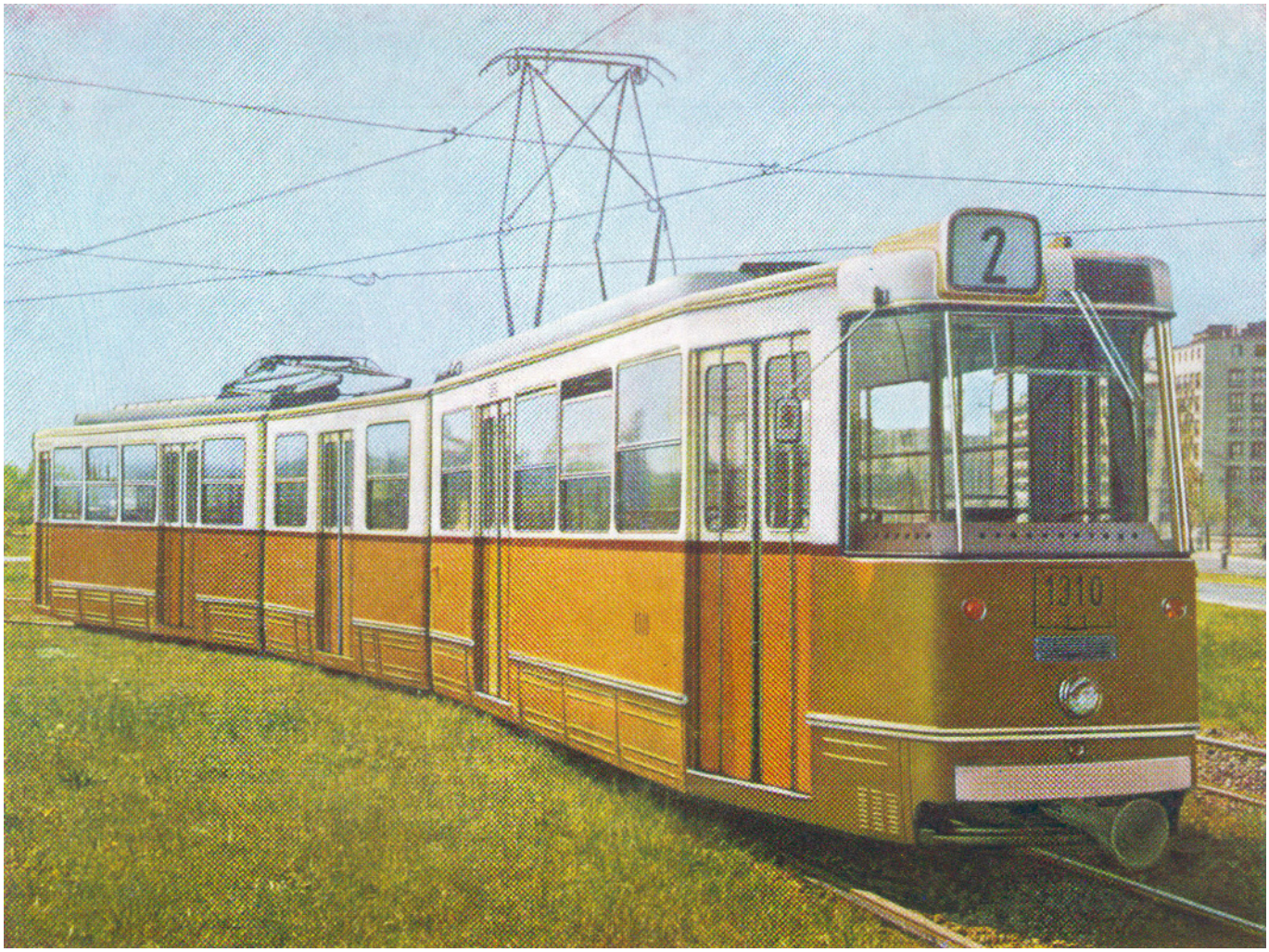
A nyolctengelyű kocsi jellegrajzát a *3. ábrán* láthatjuk. A kocsik a budapesti viszonyokra való tekintettel kétirányú forgalomra készültek, mivel a hálózaton nincs mindenütt hurokvágány, és többfelé vannak baloldali megállóhelyek is. Ezért két vezetőállásuk van. A kocsiszekrény kialakítását, a kapcsolóberendezés típusát és elhelyezését viszont döntően befolyásolta, hogy mindkét oldalon ajtók vannak. Egyirányú kialakítás esetén ui. súly és műszaki megoldások szempontjából egyaránt kedvezőbb kocsit lehetett volna kialakítani.

A kétirányú forgalom miatt a kocsiban csak viszonylag kevés ülőhely van, mivel egyrészt a gyors utascsere érdekében szükség van a sok ajtóra, másrészt a jelenlegi budapesti zsúfoltság miatt nincsenek kettős ülések, és a peronok mellett levő ablakosztásokba sem kerültek ülések. Természetesen más üléselrendezés is lehetséges. A kalauznélküli közlekedésre való tekintettel a kocsiban nincs kalauzülés.
Két-két kocsi többes vezérlésű szerelvénnyé csatolható össze. Ilyen esetben csak a hátsó kocsiban van kalauz. Ez tovább javítja a csuklós kocsi gazdaságosságát, mert 544 utast 2 fő személyzettel lehet szállítani.

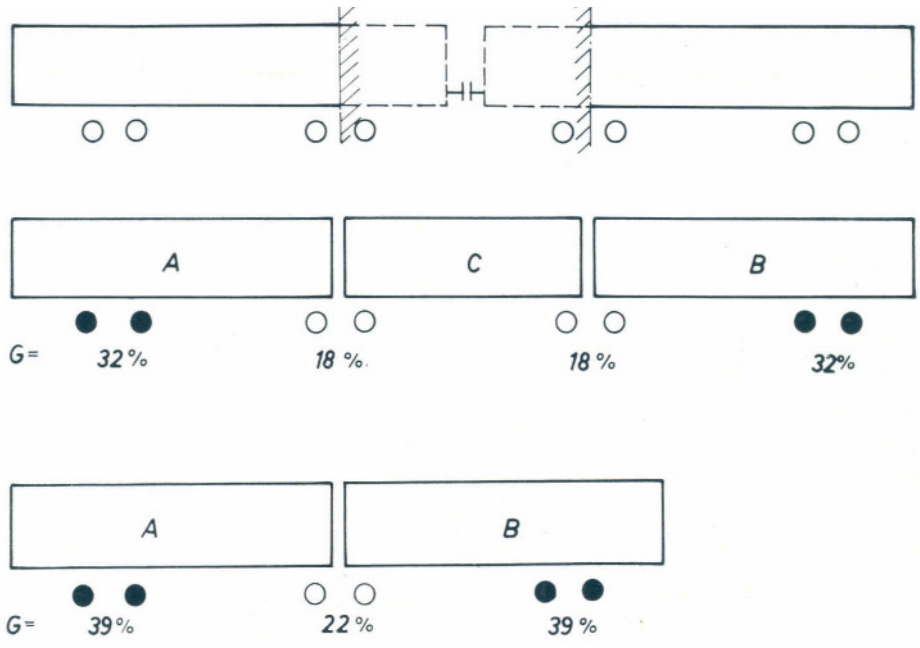
A kocsik főbb műszaki jellemző adatai az *I. táblázatban* láthatók.

A négytengelyű kocsikkal való összehasonlítás érdekében célszerű a fajlagos állandó teljesítményt a motorkocsirészt jelentő tapadósúlyra vonatkoztatva is kiszámítani. Ez 12,4 kW/Mp.

A kocsik fontos jellemzője, hogy nincs rajtuk sűrített levegő. Ennek következtében az ajtókat villamos motorok, a mechanikai fékeket és a homokolókat pedig elektromágnesek működtetik.



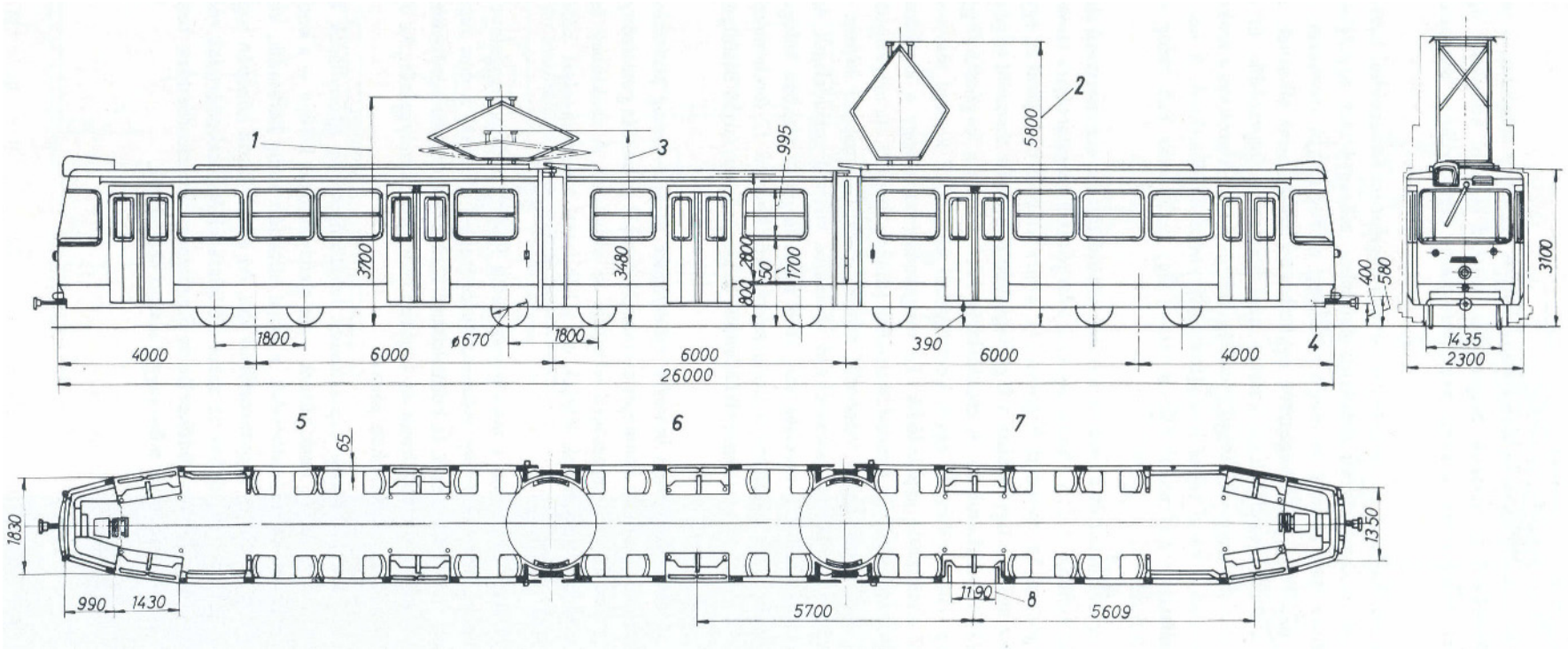
1. ábra. A GANZ csuklós motorkocsik külső képe



2. ábra. A csuklós kocsik származtatása

		Háromrészes	Kétrészes
Befogadóképesség		272	204
Az ülőhelyek száma		32	24
		(11,8%)	(11,8%)
Állóhelyek (7 utas/m^2)		240	180
Teljes alapterület	m^2	53,9	40,1
A kocsi súlya	kp	33700	26700
Fajlagos kocsisúly	kp/férőhely	124	131
	kp/m^2	625	666
A motorok állandó teljesítménye		4 x 61 kW	
órás teljesítménye		4 x 66 kW	
Motorfeszültség		600/2 V	
Állandó sebesség közepesen kopott kerekekkel		22,6 km/ó	
Fajlagos állandó teljesítmény	kW/Mp	7,24	9,1
órás teljesítmény	kW/Mp	7,83	9,9
Kerékátmérő új		670 mm	
közepesen kopott		630 mm	
Hajtómű		kétfokozatú	
Áttétel		1:6,886	
Maximális sebesség		60 km/ó	
Gyorsulás teljes terheléssel		0,9 m/sec^2	
Utazási sebesség 350 m megállóhelytávolságon sík pályán, 25 sec tartózkodási idővel, teljes terheléssel		19,0 km/ó	
Kapcsolóberendezés		kontaktoros távvezérlés	
Működtetés		kézi vezérkontroller	
A menetfokozatok száma		soros 12	
		párhuzamos 10	
		sönt 2	
A fékfokozatok száma		16	
A sínfékek húzóereje		8 x 5,5 Mp	
Kisfeszültségű berendezés		24 V	
Töltőberendezés		2,7 kW eá/eá motorgenerátor	
Akkumulátor		NiCd 20 x 140 Aó	
Világítás		24 V-os izzók	
Ajtóműködtetés		villamos motoros	

I. táblázat MŰSZAKI ADATOK



3. ábra. Jellegrajz

1 – munkavezeték legalacsonyabb helyzete, 2 – munkavezeték legmagasabb helyzete, 3 – áramszedő lehúzott állapotban, 4 – vonókészülék közép, 5 – „A" kocsi, 6 – „C" középrész, 7 – „B" kocsi, 8 – szabadnyílás

A legkisebb görbületi sugár utasforgalomban 18 m
üresen 17 m

A szerkesztési szelvény alsó határa a sínkorona felett 50 mm

A legnagyobb tengelynyomás 8 Mp

A járműszerkezeti rész

A kocsik külső megjelenése követi a legújabb fejlődési irányokat. A szekrény szögletes, a tető egészen lapos. Ennek eredményeként az ablakok magasabbak, mint a régebbi kocsikon, úgyhogy az álló utasok is szabadon kiláthatnak, a kocsi belső tere pedig tágas, világos benyomást kelt.

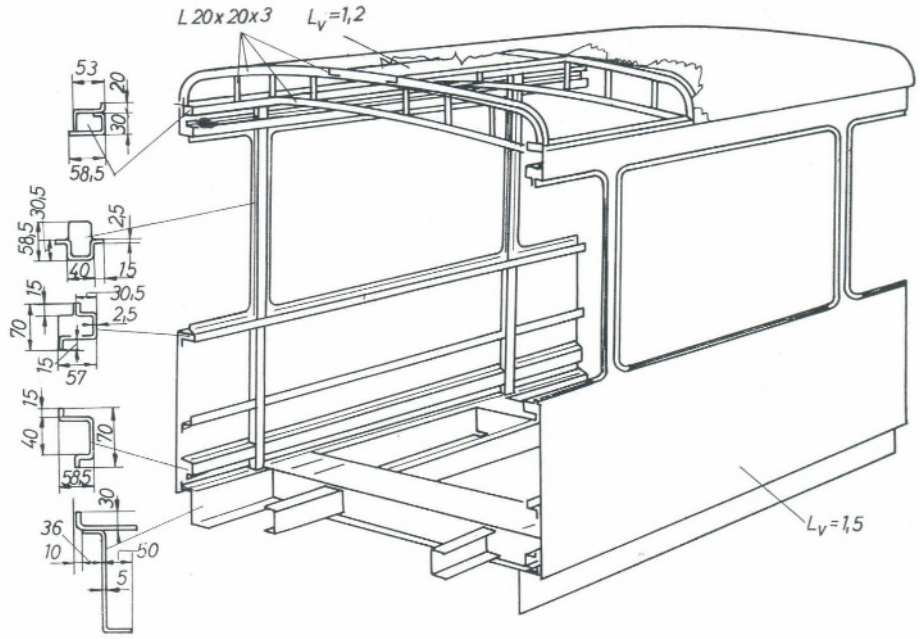
Az *alvázban* a főtartók 4-6 mm-es hajlított, ill. szekrényes tartóvá hegesztett lemezekből készülnek *(4. ábra)*. A ráhegesztett lemezeléssel készült oldalfalak építéskor előregyártott egységként helyezhetők az alvázra. A tetőváz igen könnyű és mégis rendkívül merev rácsos szerkezet. Az alváz, az oldalfalak és a tető villamosan összehegesztve együtthordó szerkezetet alkotnak. Az oldalfal a padlószinttől lefelé alumíniumlemezekből készült szoknyarésszel folytatódik. Ez eltakarja a forgóvázakat és az alváz alatti nagyfeszültségű készülékszekrényeket. A szoknya a szekrényekhez való hozzáférés érdekében a kocsi teljes hosszában több részben felhajtható. A hő- és hangszigetelés céljából az oldalfalakra polisztirol hab, a tetőre lágy poliuretán hab réteg van 20-20 mm vastagságban felerősítve.

A csukló *(5. ábra)* középrésze az oldalfalak és a tető folytatását képező zárt keresztmetszetű alagút *(1)*. Ez egyben a futó forgóváz himbája is, és a *2* hordrugókkal a forgóváz *3* hossztartójára támaszkodik. A keret alján van a forgócsap. Ez danamid félgömb *(4)*, amire kinyúló tartójával az egyik kocsirész *(5)* támaszkodik rá. Az utóbbin ugyanabban a függőlegesben *6* második danamid félgömb van, amire a másik kocsirész *(7)* támaszkodik rá. A csuklóalagút felső részén a forgócsap függőlegesében *8* második forgócsap van, amihez az egyik kocsirészből kinyúló *9* konzol mereven, a másikból kinyúló *10* konzol kulisszával kapcsolódik. Ez megakadályozza, hogy a csatlakozó kocsirészek keresztirányban egymáshoz képest elmozdulhassanak (dülöngéljenek), de megengedik, hogy kanyarban függőlegesen, lejttörésnél pedig vízszintes tengely körül egymáshoz képest elforduljanak. A belső oldalon kanyarbaálláskor bekövetkező rövidülés miatt a csuklóalagút és a kocsiszekrények zárófalai között kb. 250 mm távolság van, amit a két félgyűrű alakban befogott körbefutó *11* gumilemez zár le. Egyenes vágányon a kocsiszekrényről kinyúló *12* fémlemezelés eltakarja a gumilemezeket. A tetőn levő villamos szerelvényekhez az alagút külső falába besüllyesztett, kihajtható létrán lehet feljutni.

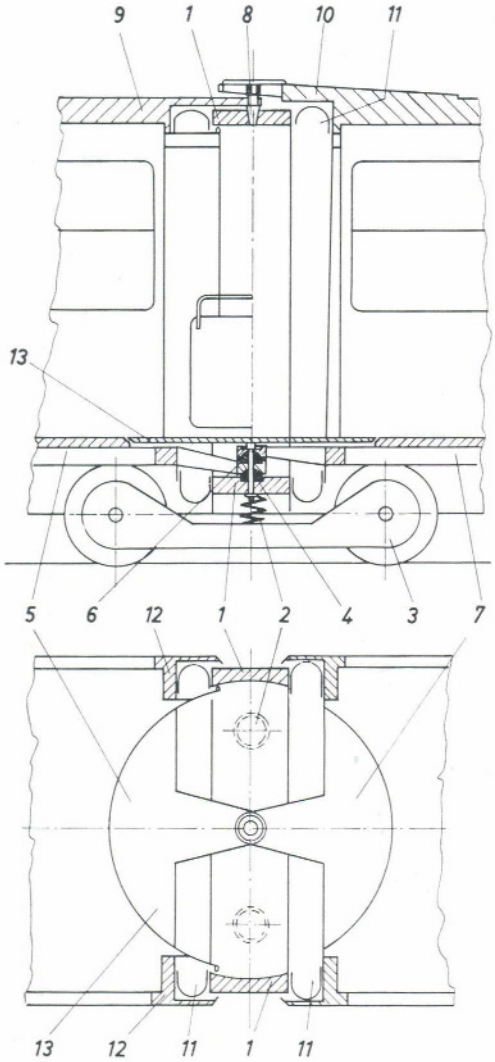
A *padló*, amelynek vastagsága 50 mm, alumínium lemezre ráhelyezett 20 mm vastag polisztirolhabból készült hő- és hangszigetelésből, efölött keményfa tartószerkezetből és bordás gumiszőnyeg burkolatból áll. A gumiszőnyeg kb. 10 cm magasságra felnyúlik az oldalfalra. A csuklóban levő padlókorongot *(5. ábra 13)* kanyarban vonórudak állítják be a két kocsi hossztengelyei között mérhető szög felezőjébe.

Az *utastér* oldalfala mustársárga alapszínű sima, a mennyezet pedig fehér színű és hangelnyelés érdekében lyuggatott laminátos (rásajtolt kemény műanyag fedőréteggel ellátott) 3 mm vastag farostlemez. Az ülés váza hajlított lemezből készül, és konzolosan a szekrény oldalfalára erősítették fel *(6. ábra)*. Ez nagyon megkönnyíti a padló tisztítását és a kisebb csomagok elhelyezését. Az ülés alapja és háttámlája műbőrrel bevont poliuretánhab párna.

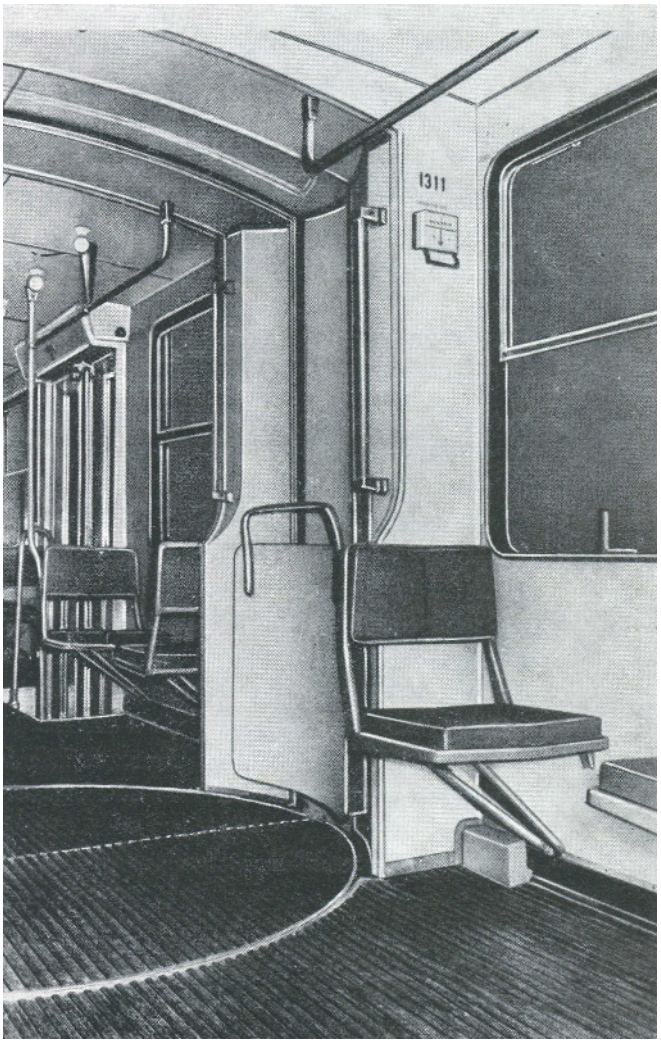
Az álló utasok részére bőségesen biztosítottunk kapaszkodási lehetőséget. Az ajtónyílások két oldalán és minden utasülés hátánál függőleges, ezek között – az ajtónyílásokat kivéve – a kocsin kétoldalt fej fölött végigfutó vízszintes kapaszkodórudak, a kocsi közepén pedig harmadik, kissé magasabban levő, teljesen végigfutó vízszintes kapaszkodórúd van. Az ajtónyílások közepén hajtűfogantyúk vannak. Az ülés nélküli ablaknyílásokban az ablak elé felszerelt kapaszkodórudak védik az üveget a vigyázatlan utasoktól, a csuklóban védőkorlát és függőleges kapaszkodórudak teszik biztonságossá az állva utazást. A kapaszkodórudak műanyaggal bevont acélcsövek.



4. *ábra.* A szekrény szerkezete



5. *ábra.* A nyers szekrényváz



6. *ábra.* Az utastér a csuklónál

A kétszárnyú *csuklós ajtók (1. és 3. ábra)* alumíniumvázra ráerősített üvegszövet erősítésű poliészterből és önhabosodó poliuretán gyantából rétegelve készülnek. A pneumatika elhagyásának legfontosabb következménye, hogy az ajtókat villamos motorok mozgatják. Ezáltal elmaradt ugyan a légvezetékeknek és szelepeknek a téli időszakban gyakran bekövetkező befagyása, de elveszett a pneumatikának az az előnye, hogy a hengerek az ajtók csukott állapotában is nyomás alatt állnak. Ez utóbbi hatására ui. a pneumatikusan működtetett ajtók minden további elem nélkül zárva maradnak – ami kétirányú kocsikon a baloldali ajtókon különösen fontos – és maguktól becsukódnak, ha a megállóból kiindulva a lépcsőn utazók idővel be tudnak nyomakodni a kocsiba.

Becsukott állapotban az ajtók kifeszítését mechanikai reteszelés akadályozza meg, amit kinyitáskor a mozgató rudazat ugyancsak mechanikusan old fel. A rudazatba rugó van beiktatva. Ha az ajtó a lépcsőn álló utas miatt elakadt, a motor zavartalanul elforog a véghelyzetbe és ott lekapcsolódik, de közben megfeszíti (felhúzza) a rugót úgy, hogy az akadály megszűnése után az ajtó a rugóerő hatására nyílik ki vagy csukódik be.

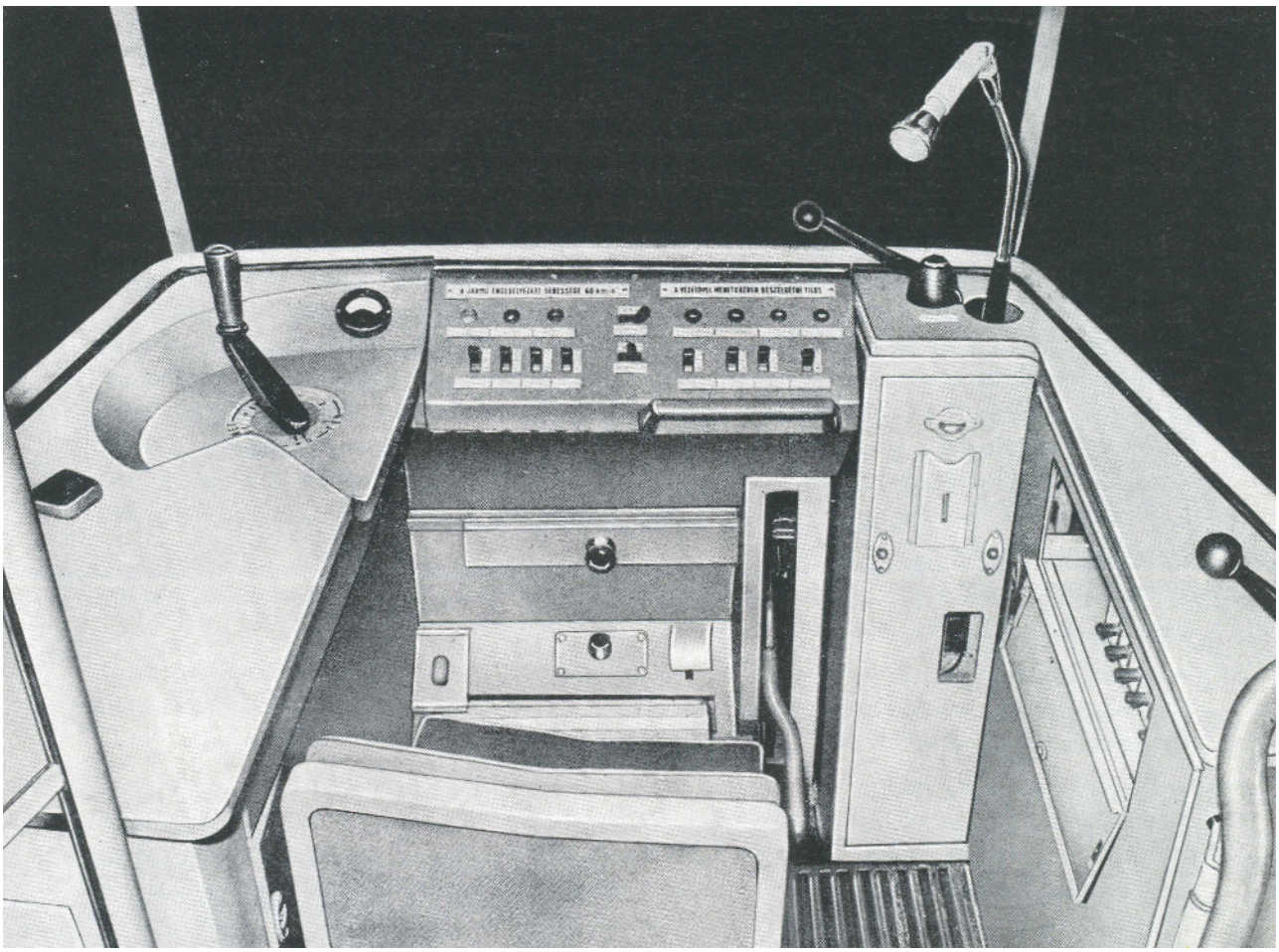
Az *oldalablakok* kerete húzott alumínium profilokból készült és gumiszalaggal pattintják a szekrényvázba. Az ablak középen vízszintesen osztott *(6. ábra)*. A felső rész rugós kiegyenlítő szerkezete segítségével kívülre leereszthető. Ez nyáron jó szellőzést biztosít.

Az utastér téli szellőztetésére a mennyezeten Coanda-rendszerű szellőzőcsatorna fut végig, amelybe a levegő a kocsi két homlokán levő rácsos nyílásokon át lép be. A légszállítást egy-egy 300 m^3/ó-s ventillátorral lehet fokozni. A középső kocsirészen szívó rendszerű Kuckuck szellőzők vannak, mivel a légcsatornát nem lehet a csuklón átvezetni.

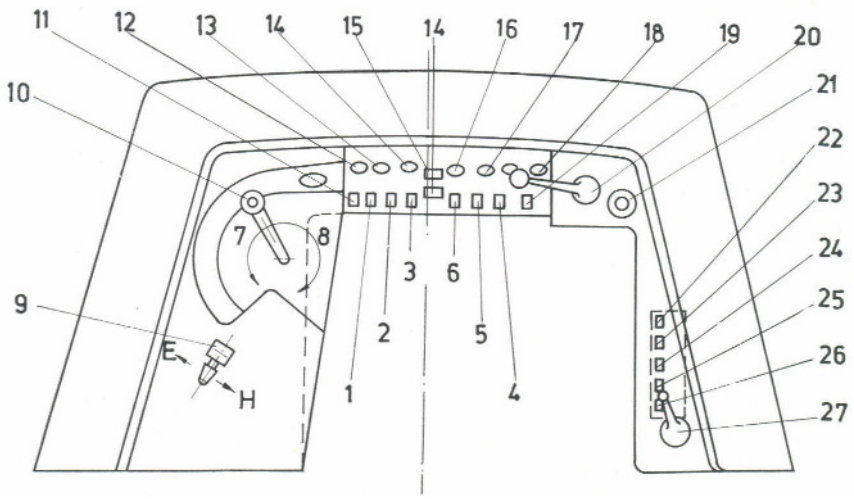
A budapesti kocsik fűtés nélkül készülnek. Szükség esetén az ablakok alá a kocsi oldalfalára 20 x 500 W=10 kW felsővezetéki fűtőtestet is be lehet építeni.

A *vezetőállásban* nagy gondot fordítottunk a vezető munkahelyének nyugodt munkát biztosító, ergonómiailag helyes kialakítására [4]. Ennek érdekében edzett biztonsági üvegből rendkívül nagyméretű panoráma homlokablak készült, amelyben nincs olyan elem, ami a vezető látóterét takarná. Az üveg külön keret nélkül bepattintva helyezkedik el a vázszerkezetben. Az üveg bepárásodását az ablak alatt körbefutó üvegszövet erősítésű poliésztercsatorna nyílásaiból az ablakra ráfújt és felsővezetékből táplált 3 kW-os csőfűtőtesttel kb. 40 C°-ra felmelegített levegő akadályozza meg *(1. ábra)*. A levegőt 200 m^3/ó teljesítőképességű ventillátor szállítja. A fűtőtestet a vezető 1500 W-ra is át tudja kapcsolni. Esőben az ablak külső felületét villamos motorral mozgatott, párhuzamosan vezetett nagyméretű ablaktörlő tartja tisztán.

A vezető a reflexszerűen működtetett forgattyús menetkapcsolót bal kézzel kezeli. Könyökének alátámasztása érdekében a forgattyú be van süllyesztve a szekrény fedelébe *(7. ábra)*. A 15 cm hosszú forgattyú elfordulási szöge a két szélső helyzet között 270°, úgyhogy forgatás közben a vezető karja csak az ülő helyzetben kedvező mozgási tartományon belül mozog. Az esetenként működtetendő készülékeket a vezető jobb kézzel kezeli. A sínfék fogantyújának meghúzásához karját csak előre kell nyújtania, tehát rátekintés nélkül is eléri. A műszerasztalon levő működtető kapcsolók közül a leggyakrabban használtak a vezető jobb kezéhez esnek közel *(19. ábra)*. A homokolót a vezető bal lábbal, az ütőcsengőt és a fényszóró villogtató kapcsolóját jobb lábbal működteti. A párnázott, alacsony háttámlával ellátott vezetőülés magassága változtatható és a kocsi hosszirányában ±70 mm-rel eltolható, ezen kívül a függőleges tengely körül el is forgatható. A vezetőt az utastértől mennyezetig érő csővázra erősített plexiüveg-fal választja el de az utastértől nem zárja el teljesen. A vezetőállást a homlokablak alatt levő és kívülről ráccsal takart szabályozható nyíláson át belépő levegővel lehet szellőztetni *(1. és 7. ábra)*. Télen a páramentesítőből kilépő levegő fűti is a vezetőállást. Ennek kiegészítésére a vezető lába alatt külön bekapcsolható, 24 V-ról táplált 120 W-os lábfűtőtestet építettünk be. A napsütés ellen fémkeretbe foglalt, magasságban állítható zöldszínű plexiből készült napellenző van a kocsi homlokán.



7. ábra. A vezetőállás
A kapcsolók elrendezése



7. a ábra. A vezetőállás készülékei

1 – fékerősítés, 2 – fényszóró, 3 – ablaktörlő, 4 – váltóállítás, 5 – első ajtó, 6 – összes ajtó, 7 – fék, 8 – menet, 9 – irányváltó, 10 – menetszabályozó, 11 – automata ki, 12 – sínfék, 13 – rögzítőfék, 14 – befordulásjelző, 15 – oldalválasztó, 16 – a saját kocsi ajtói zárva, 17 – a csatolt kocsi ajtói zárva, 18 – töltéskimaradás, 19 – hangszóró, 20 – sínfékkapcsoló, 21 – mikrofon, 22 – szükségvilágítás, 23 – lábfűtés, 24 – szellőző ventillátor, 25 – jelzés a kalauznak, 26 – ajtóátkapcsoló, 27 – pótvészfék kapcsoló

Futómű és hajtás

A *hajtott forgóvázakhoz* két-két motor tartozik. Minden tengelyt külön motor hajt. A forgóváz és a hajtás legfőbb jellemzője, hogy a vontatómotorok az alvázra vannak felfüggesztve és háromcsuklós hosszú kardántengellyel hajtják a kerékpárokat *(8. ábra)*. Ez a megoldás csökkenti a forgóváz zsúfoltságát és a tengelytáv megnövelése nélkül lehetővé teszi himbás forgóváz készítését, valamint a választott gumirugózás beépítését. Előnye még, hogy a kihelyezett motort könnyen, a forgóváz kikötése nélkül lehet cserélni. A motor és a hajtómű behajtó tengelyei között a rugózás következtében nem lép fel szögsebesség-különbség. Ezt a kardántengelyek elmélete alapján az biztosítja, hogy a nyomatéktám kitámasztás hatásvonala a két tengely középvonalának metszéspontján halad át és a közbenső kardántengely az előző kettő meghosszabbításával egyenlőszárú háromszöget alkot. Vízszintes síkban kanyarban ugyanez a feltétel csak akkor teljesülne, ha a behajtó- és a motortengely hatásvonalai a forgócsapban metszenék egymást. A kétmotoros hajtás miatt azonban a motorok szükségszerűen *d* távolságra vannak a középvonaltól. Ezért kanyarban a kerekek kisebb szöglengéseket kényszerítenek rá a motorokra, de az ebből származó igénybevételek elhanyagolhatók.

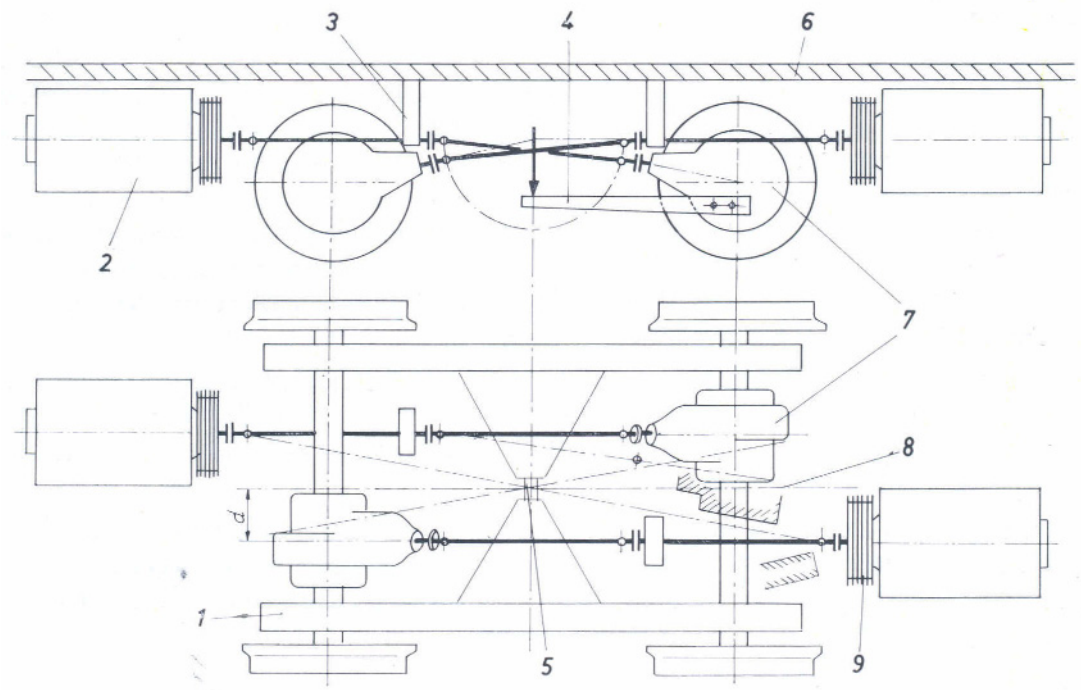
A kétfokozatú *tengelyhajtómű* első fokozata ferde fogazású hengeres kerékpár, a második Klingelnberg fogazású kúpkerékpár.

A *kerékpár* gumirugózású. Az abroncs és a sajtolt könnyűfém tárcsa között előfeszített gumituskók vannak. Ez mérsékelt függőleges és keresztirányú rugózást tesz lehetővé, ami csökkenti a rugózatlan tömegek hatását.

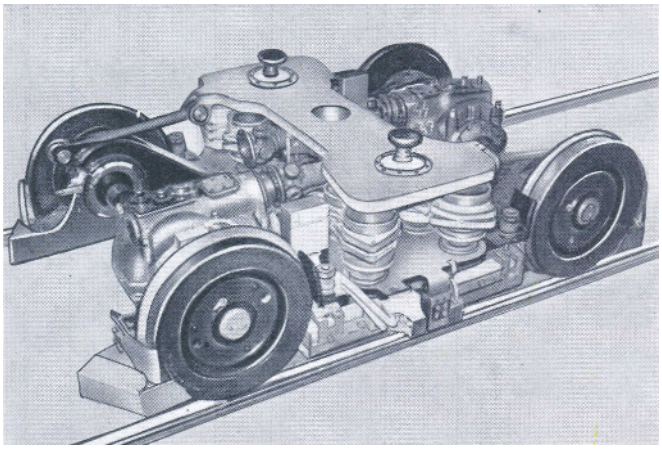
A forgóváz terepjáró tulajdonságú. Ennek érdekében a két hossztartót főkereszttartó helyett gumiba ágyazott csőtartó köti össze, amihez mint tengelyhez képest a hossztartók függőleges síkban elfordulhatnak. A hossztartók a tengelyeknek a keréktárcsán belül levő görgős csapágyait marokcsapágyszerűen fogják körül *(9. ábra)*. A csapágyrugózást és a kerékpárok párhuzamos futását a csapágyház és a hossztartók közé beszerelt előfeszített gumituskók biztosítják.

A jármű *főrugózása* a forgóvázhossztartók és a himba közé helyezett 4-4 tojás alakú gumirugó *(10. ábra)*. Ez utóbbiak az *1* és *2* fémszerelvénnyel összefogott *3* és *4* félgömbszerű részből állnak, és belsejükben részben olaj *(5 és 6)*, részben bepréselt levegő *(7)* van. Rugózáskor az olaj a *8* szűk nyíláson átáramlik a gumitest belsejét két részre osztó középrészen, és benyomul a sűrített levegővel feltöltött *7* térbe, tehát hidraulikus lengéscsillapítóként is működik. A himbagerenda a hossztartókhoz képest csak függőleges irányban tud elmozdulni. Vízszintes síkban helyzetét hossz- és keresztirányú kikötőrudak rögzítik. Ezek viszik át a kettő között az erőket is. A himba a vonóerőt az alváz főkereszttartójába beágyazott és onnan lenyúló gömbcsuklós forgócsappal adja át a szekrényre. A függőleges erőket az alváz-főkereszttartó és a himba között kétoldalt egy-egy függőleges hatásvonalú gömbtám adja át. Kanyarbaálláskor a gömbtámok súrlódásmentesen legördülnek, tehát a beállási ellenállás kicsi.

A *futó forgóváz (11. ábra)* a hajtotthoz teljesen hasonló szerkezetű. Annyi a különbség, hogy a kisebb terhelés miatt csak 2-2 gumirugója van, a himba maga a csuklóalagút, és a forgóvázban nincs hajtómű. A futó tengelyek tárcsás fékjének rudazata a himbára, működtető mágnese pedig a hossztartókra van ráerősítve.

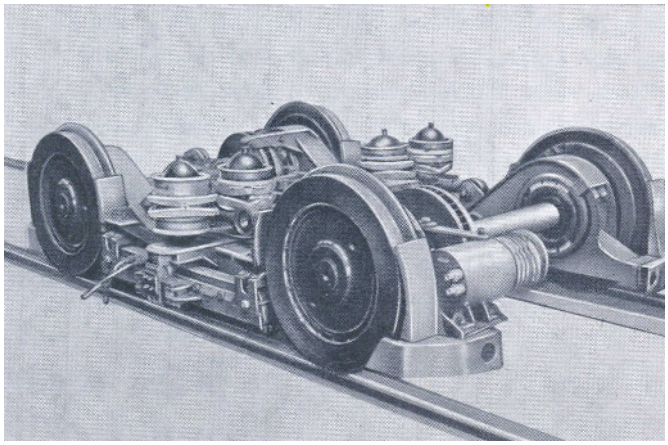


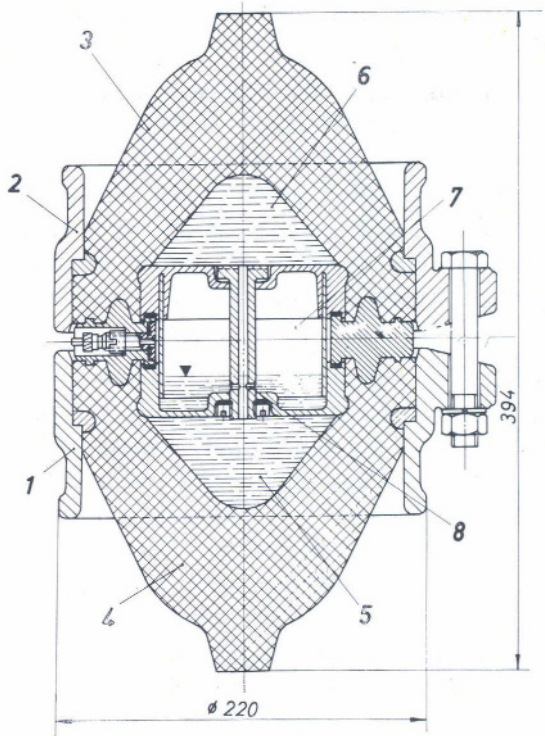
8. ábra. A hajtás vázlata
1 – forgóváz-hossztartó, 2 – vontatómotor, 3 – csapágy, 4 – nyomatéktám
5 – csőtartó, 6 – alváz, 7 – hajtómű, 8 – a kocsi középvonala, 9 – dobfék



9. ábra. A hajtott forgóváz

11. ábra. A futó forgóváz





10. ábra. A gumirugó szerkezete

A fékrendszer

A kocsik fékrendszerét a *II. táblázat* foglalja össze. A *hajtott tengelyeket* a generátorként működő motorokkal (villamos fékkel) vagy a motorok pajzsára ráépített belsőpofás dobfékkel lehet lefékezni. *(12. ábra)*. A dobféket akkumulátorból táplált elektromágnesek működtetik. A rudazat egyszerűsítése érdekében minden egyes dobféknek külön mágnese van, de az ugyanazon forgóvázhoz tartozó két-két tengely fékmágnesei egymással állandóan sorba vannak kapcsolva. Az összes tengelyre ható kézi működtetés itt nem jöhetett szóba, mert a működtető rudazatot nem lehet a csuklókon átvezetni. A mágneses működtetés, amely a pneumatika hiányából önként adódott, lehetőséget nyújt viszont a kéziféket helyettesítő újabb átmenő fékezésre, amely az összes mechanikai fékre, tehát a beépített pótkocsirészre is hat.

A *futó tengelyeket* mágnessel működtetett tárcsás fékek fékezik *(11. ábra)*. A fékrudazat egyszerűsítése érdekében minden egyes tárcsához külön szolenoid fékmágnes tartozik, amelyek azonban forgóvázanként villamosan állandóan sorba vannak kapcsolva. Mind a hajtott, mind a futó forgóvázban 2-2 sínfék *(9. és 10. ábra)* a kerekektől független fékhatást biztosít.

A fékezés biztonságára különös gondot fordítottunk. A *II. táblázatból* látható, hogy mind a hajtott, mind a futó tengelyek, mind a sínfékek kétféleképpen is fékezhetők, ill. táplálhatók. Ennek érdekében a hajtott tengelyeken két különböző fék van, a tárcsás fékek mágneseit a motoros fék áramköréből is és akkumulátorból is, a sínfékeket pedig a felsővezetékből is és az akkumulátorból is lehet táplálni.

A *fékek* három egymástól független *fékrendszert* alkotnak.

1. A kocsi *üzemi fék*je a villamos ellenállásfék és az ennek áramköréből táplált szolenoid fékmágnessel működtetett tárcsás fékek *(lásd a 17. ábrán)*. *Üzemi rögzítőfékezés*kor a dobfékek működnek. Ezek az utolsó fékfokozaton kapcsolódnak be, de ezután csak a második menetfokozaton oldódnak. Forgalomban tehát a vezetőnek a kocsi helybentartásához nem kell külön műveletet végeznie. Rögzítőfékezéskor a mágnespárokat egymással sorba kapcsoljuk. Ez csökkenti az akkumulátor terhelését, a fékerő pedig sík pályán és kisebb emelkedőkben elegendő a kocsi megállítására. A rögzítőfékezés szervesen beilleszkedik a villamos ellenállásfékezés fokozatai közé. A fékező ellenállások ui. már az utolsó előtti *(F 15-ös)* fékfokozaton teljesen rövidre záródnak *(III. táblázat)*. A rögzítőfékezés ehhez képest még egy további fékfokozat, ami teljesen sima, rántásmentes megállást biztosít. Az üzemi fékezést és az üzemi rögzítőfékezést a vezető a menetszabályozóval bal kézzel kapcsolja.

Ha a rögzítőfékezés nem elegendő a kocsi teljes megállítására (pl. nagy emelkedőben, hidak feljáróin), a vezető a dobfék mágnespárokat a vezetőasztalon levő rugózott billenőkapcsolóval előtétellenállásokon át teljes feszültségre, azaz egymással párhuzamosra tudja átkapcsolni. Egyidejűleg ugyancsak előtétellenállásokon át az akkumulátorra kapcsolja a tárcsás fékek mágneseit is. Ez az ún. *fékerősítés* csak akkor következhet be, ha az üzemi rögzítőfékezés már bekapcsolódott. A túlzott áramfogyasztás elkerülésére a fékerősítés csak addig áll fenn, amíg a vezető a kapcsolót lenyomva tartja. A teljes megállás után ui. az üzemi rögzítőfékezés még erősebb emelkedőn is elegendő a kocsi helybentartására.

2. A kocsi második, kiegészítő fékrendszere a *sínfék*. A sínféket a vezetőasztal jobb oldalán levő fogantyú meghúzásával jobb kézzel lehet működtetni. *Vészfékezés*kor a vezető a villamos és sínféket egyszerre használja. A biztonság fokozása érdekében a sínfékek kontaktorokkal egyszerre kapcsolódnak rá mind a felsővezetékre, mind az akkumulátorra. A felsővezetéki táplálásnak a kapcsolásban elsőbbsége van, mert ezzel valamivel gyorsabb működést és nagyobb fékerőt lehet elérni. A sínfékek forgóvázanként egymással állandóan párhuzamosan vannak kapcsolva. Felsővezetéki táplálláskor a párok egymással sorba, akkumulátoros táplálláskor pedig párhuzamosan kapcsolódnak. Ha a felsővezetéki áram megszakad, a sínfékek automatikusan az akkumulátorból veszik fel a gerjesztőáramot. A szelepként alkalmazott 150 A-es, ill. 100 A-es

szilícium diódák révén az átkapcsoláshoz csak egyetlen érintkező szükséges. A későbbi kocsikon a felsővezetéki táplálás el fog maradni. Az akkumulátoros sínfékkontaktornak két, egymással ellentétes értelmű gerjesztést adó működtető tekercse van. Az irányváltó „Előre" vagy „Hátra" állásában mindkét tekercs feszültséget kap és a kontaktor nem húz be. Sínfékezéskor az egyik tekercs áramkörét megszakítjuk. Az akkumulátoros sínfékezés biztonsági fék szerepét tölti be, mert bármelyik tekercs áramkörének megszakadása vagy zárlata esetén a kontaktor a másik tekercs hatására behúz, sínfékezés következik be, és a kocsi mozgásképtelenné válik. Az egyik tekercs áramköre az akkumulátoros sínfékezés fővezetékéből, a másiké a vezérlés fővezetékéből ágazik le, tehát az akkumulátoros sínfékkontaktor állandó ellenőrzés alatt tartja az akkumulátoros sínfékezés összes áramkörét és a vezérlési főbiztosítót.

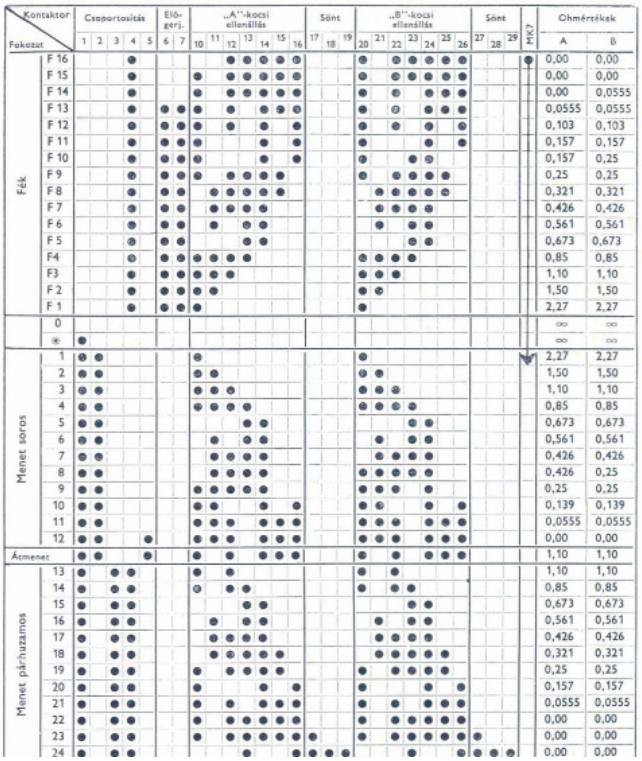
3. A kocsi harmadik átmenő fékrendszerét, a *mágnesesen működtetett mechanikai fékeket* a vezetőállás jobboldali készülékszekrényének fedelén levő *pótvészfék-kapcsoló*val lehet bekapcsolni. Erre a vezérkontroller elakadása, vagy más rendkívüli esemény alkalmával lehet szükség, ezért a kapcsoló meghúzásakor a sínfékek is letapadnak. A pótvészfékkapcsolóval kiváltott fékezés független mind a vezérkontrollertől, mind a sínfékkapcsolótól, tehát mindkettőt képes helyettesíteni. Pótvészfékezéskor a mechanikai fékek ugyanúgy működnek, mint fékerősítéskor. Egyidejűleg megszakad a motoros áram, illetve a túlfékezés elkerülésére a villamosfékezés áramköre. A mágnesek húzóereje nem szabályozható, ezért áramukat előtétellenállással *(14. ábra R_{SZ})* úgy állítjuk be, hogy az üres kocsi kerekeit se tudják megcsúsztatni. Üres kocsival pótvészfékezéskor meg lehet közelíteni a villamos + sínfékezéssel elérhető lassulást, de amikor a kocsiban utasok vannak, a lassulás már kisebb. Erre utal a pótvészfékezés elnevezés is.
Veszély esetén a pótvészfékezést az *A* és *B* kocsirészben a csuklónál levő vészfékfogantyú meghúzásával *(6. ábra)* az utasok is ki tudják váltani.

4. A mágneses üzemi rögzítőfékezés a vezérkontroller irányváltójának „0" állásában megszakad. Ezért üzemen kívül a kocsi helybentartására a vezetőállásban levő *kézifékkarral* kell a dobfékeket működtetni. Ekkor csak a vezetőálláshoz legközelebb eső két hajtott tengely fékeződik. Ez elegendő arra, hogy a BKV hálózatán előforduló 63 ‰ legnagyobb emelkedőn megállás után a kocsit teljes terheléssel helyben tartsa. A kézifékezés a kocsi lelassítására természetesen csak korlátozott mértékben alkalmas.

II. Táblázat

Melyik tengely	hajtott				futó		-	
A fék típusa	villamos	dob			tárcsás		sínfék	
A fék táplálása	-	akkuból		kézzel	vill. fékkörből	akkuból	felsővezetékből	akkuból
		12 V	24 V					
Üzemi fék	+				+			
Üzemi rögzítőfék		+						
Vészfék	+				+		+	+
Pótvészfék				+				
Rögzítőfék				+				

A kontaktorok záródása



Villamos berendezés

A vontatómotorok

A csuklós motorkocsikhoz kifejlesztett TK 44 típ. vontatómotorok fél feszültségre (600/2 V) készültek. Ezért menetkapcsolásban két-két motort állandóan sorba kell egymással kapcsolni. A motorok állórésze a hazai gyakorlatnak megfelelően hengeres, ami könnyű megmunkálást biztosít *(12. ábra)*.

A motor fő adatai a következők:

Állandó teljesítmény	61 kW	Órás teljesítmény	66 kW
Állandó áram	230 A	Órás áram	250 A
Állandó nyomaték	45,6 mkp	Legnagyobb üzemi fordulatszám	3500/p
Állandó fordulatszám 100%-os gerjesztéssel	1300/p	Súly	500 kp

A motor jelleggörbéit a *13. ábrán* láthatjuk. A megengedhető legkisebb gerjesztési arány 30%. A motor a legnagyobb sebességtől kezdődő villamos ellenállásfékezésre is alkalmas.
A nedvesség behatolása elleni fokozott védelem érdekében a pólustekercsek csillámmal kombinált műanyag-szigeteléssel készültek, a forgórész tekercselése pedig teljesen burkolt és kétszer impregnált. A szigetelés „B" osztályú. A motor önszellőzésű. A hajtásoldalon levő ventillátor két egymástól elválasztott lapátrendszere az állórész és a forgórész levegőjét egymástól függetlenül szívja át a gépen. A csapadékvíz behatolásának maximális megakadályozására a motorok a szellőzőlevegőt a kocsi oldalfalán át kívülről szívják be szellőzőzsalukon és üvegszálas poliészterből készült csatornákon keresztül. Az alvázra való felfüggesztés ebből a szempontból is előnyös, mert rögzített légcsatornákat lehetett készíteni. A vezetőálláshoz közelebb eső két motor az első ajtó előtt, a másik két motor a második ajtó mellett két oldalról szívja be a levegőt *(lásd a 20. ábrán)*.
A motor zsírgáttal ellátott, gördülőcsapágyait szétszerelés és túlzsírozás veszélye nélkül lehet folyamatosan zsírozni. A motor forgórészét a csapágyazás megbontása nélkül ki lehet szerelni.
A TK 44 motor fajlagos súlya az állandó teljesítményre vonatkoztatva 8,2 kp/kW, az órás teljesítményre vonatkoztatva pedig 7,6 kp/kW. Ez utóbbi az UV kocsik motorának 9,7 kp értékéhez képest jelentős fejlődés, és eléri a legjobb külföldi megoldások szintjét.

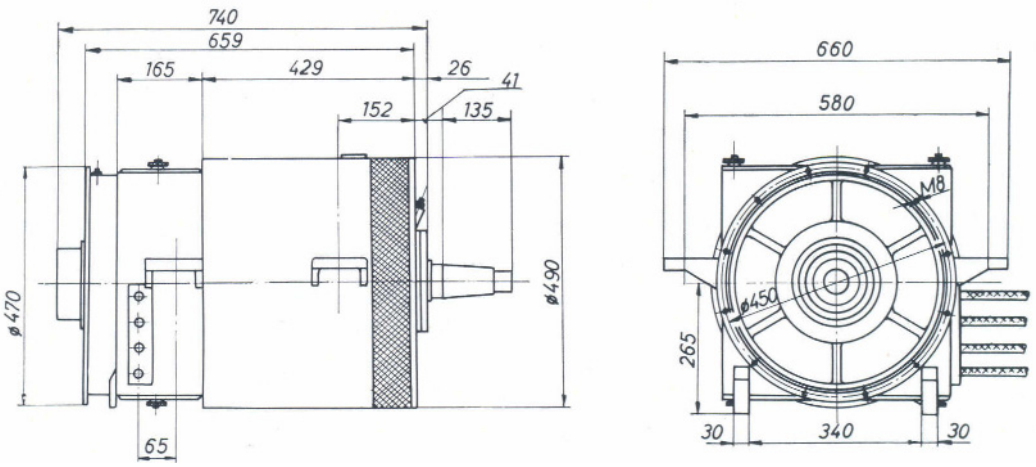
A kapcsolóberendezés

A csuklós motorkocsikat a kétirányú forgalomra és a többes üzemre való tekintettel elektromágneses kontaktoros távvezérléssel láttuk el. A baloldali ajtó miatt ugyanis a vezetőállás baloldalán rendelkezésre álló szűk térben közvetlen főáramú kontrollert alig lehetne elhelyezni, és nagyon kellemetlen lenne a csuklókon átvezetni a két kontrollert összekötő 16 szál 70 mm^2-es vezetéket is. A többes vezérlés végkép kizárta a főáramú kontroller lehetőségét. A menetirányváltó és a menetfékkapcsoló elektromágnessel működtetett ívszeletes szerkezetű forgó átkapcsoló.
A készülékeket a vezető a vezérkontroller segítségével működteti. A vezérkontroller bütyköstárcsás kis kapcsolóelemekből áll. Az újabb kocsikon a kontrollert menetkapcsolásban félautomatikával egészítettük ki. Itt a vezérlőhenger a forgattyúval felhúzott rugó hatására gördül le és mozgását örvényáramú fék szabályozza. A főáramkör kapcsolását a *14. ábrán* látjuk.

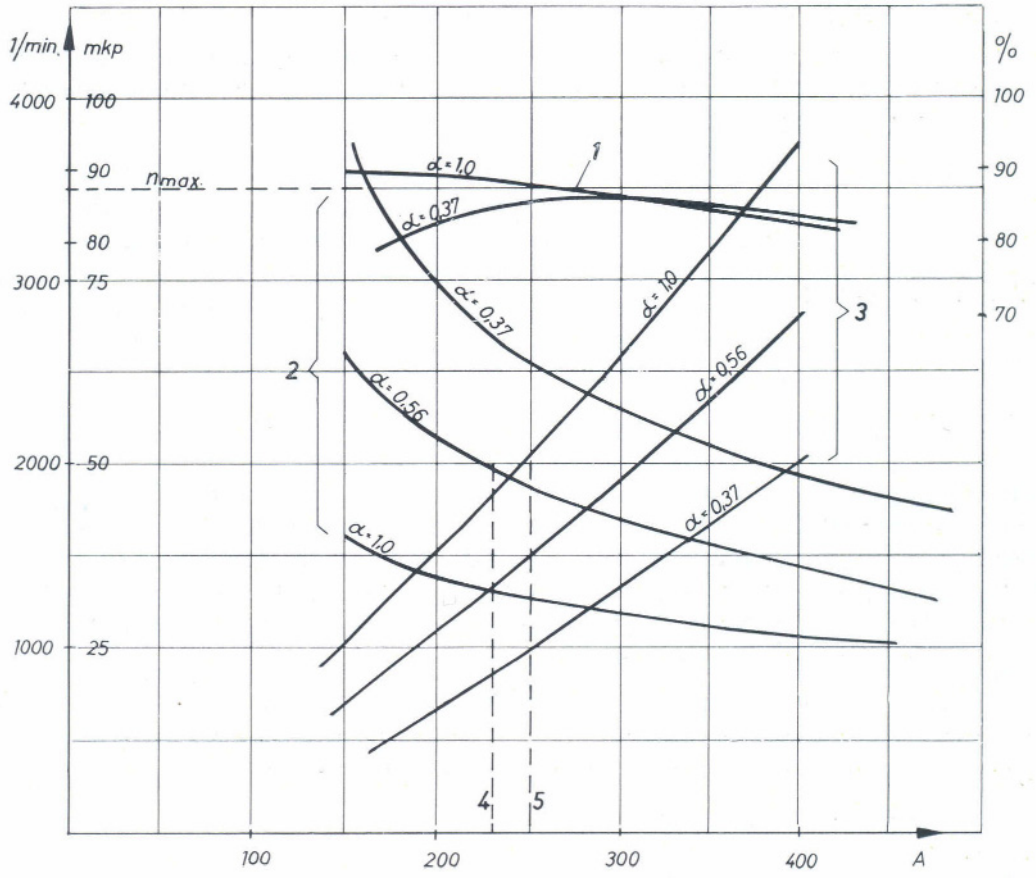
Menetkapcsolásban két-két motor állandóan sorbakapcsolt egységet alkot, amelyek indításkor először sorba-, majd párhuzamosan kapcsolódnak *(15. ábra)*. A kapcsolók és ellenállások egyenletes terhelésére két azonos ohmértékű R_A=R_B ellenálláskészlet van a kocsiban. A soros és párhuzamos kapcsolások között áthidaló átmenetet valósítunk meg. Átmenetkor tehát egyik motor árama sem szakad meg. A párhuzamos kapcsolás végén a motorokat két fokozatban söntöljük. A második söntfokozaton a maradó gerjesztés 37%. Minden egyes motorhoz külön induktív sönt tartozik. Az első söntfokozaton a K17 ill. K27 kontaktor a két induktív sönttel ohmos ellenállást kapcsol sorba.

Az áramot a felsővezetékből széncsúszósarus ollós áramszedő veszi le *(16. ábra)*. A kocsi üzeméhez egy áramszedő is elég. A villamos váltók működtetése érdekében azonban mindkét gépes kocsirészre kellett áramszedőt tenni.

Üzemszerűen az első áramszedőt eresztik fel. A későbbi kocsikon már csak egy áramszedő lesz. Az áramszedő állandó áramerőssége: 400 A, maximális sebessége: 70 km/ó, vezetéknyomása: 6±0,5 kp.



12. ábra. A vontatómotor körvonalrajza



13. ábra. A vontatómotor jelleggörbéi

1 – hatásfok, 2 – fordulatszám, 3 – nyomaték, 4 – $I_{áll}$=230 A,
5 – $I_{órás}$=250 A

A motoráramkört túlterhelés és zárlat ellen kétsarkú automata védi. Mindkét ágban van kioldó tekercs. A kétsarkú megoldás előnye, hogy az automata egy-egy pólusán mind soros, mind párhuzamos kapcsolásban csak egy motor árama folyik át, tehát a védelem mindkét esetben egyforma. Az eddigi egysarkú automatát a párhuzamos kapcsolásban fellépő kétszeres motoráramnak megfelelően kellett beállítani, soros kapcsolásban tehát a túlterhelés elleni védelem nem volt kielégítő, és külön maximálrelét kellett alkalmazni. A tetőn levő főáramköri olvadóbiztosító csak az automata fedővédelmére szolgál.

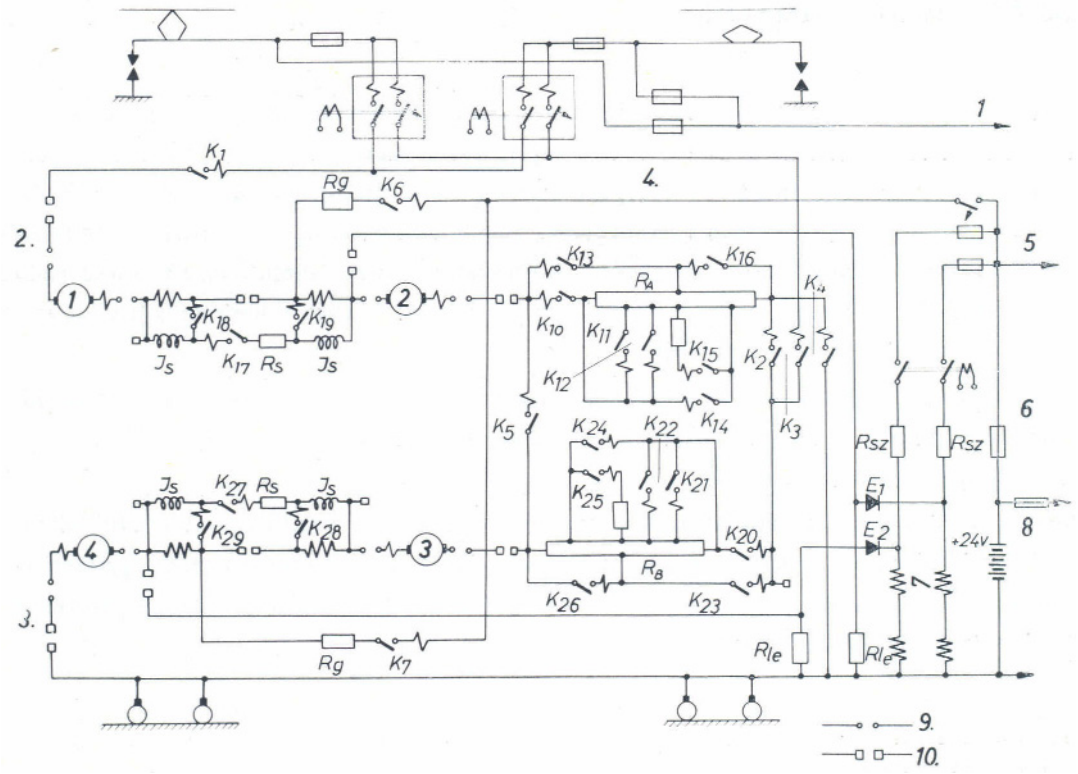
Azért, hogy a csuklón ne haladjanak át védetlen vezetékek, mindkét kocsirészen van tetőautomata is. Az automata névleges feszültsége 600 V, állandó áramerőssége 2 x 250 A. Kioldható önkioldással, kézzel, vagy elektromágnessel. Az indítóellenállások *(16. ábra)* kombinációs kapcsolásúak. Kihasználtuk a két ellenálláskészletnek azt az előnyét, hogy ohmértékeik egymástól függetlenül is változtathatók. Soros kapcsolásban és egy fékfokozaton ilyen ún. váltólépésekkel egyszerre csak az egyik ellenálláscsoportot kapcsoljuk a következő kisebb értékre *(III. táblázat)*. Így néhány többlet vezérlési vezeték árán egyrészt azonos számú kapcsolóval több ellenállásfokozatot lehetett elérni, másrészt az eredő ellenállást szabadabban lehetett változtatni.

A *17. ábrából* látható, hogy a felsorolt módszerekkel teljesen egyenletes indítást és fékezést lehet elérni. Az első hat fokozat előfokozatként rántásmentes indítást biztosít. Indítás közben a vonóerő a középértékekhez képest csak ±9 %-kal ingadozik, tehát a tapadóerőt jól ki tudjuk használni. Erre – mint már láttuk – a beépített pótkocsi miatt szükség is van.

Fékezéskor a menetben sorbakötött két-két motor külön-külön egymással párhuzamosan kapcsolódik és körkapcsolásban az R_A ill. R_B ellenállásra dolgozik rá *(18. ábra)*. A két fékáramkör egymástól teljesen független. Mint ismeretes, körkapcsolás esetén a terhelés teljesen egyenletesen oszlik meg a két gép között, mivel mindegyik a másik gerjesztő-tekercsét táplálja, tehát ugyanúgy működik, mint a klasszikus keresztkapcsolás, de egyszerűbb kapcsolóberendezés tartozik hozzá. Egyetlen hátránya, hogy nem lehet benne fékbiztosító ellenállást alkalmazni. A fékbiztonság szempontjából azonban teljesen elegendő a két független fékáramkör és az, hogy bármelyik áramkör hibája esetén a biztonsági relé révén automatikusan működésbe lépnek a sínfékek.
Fékezés közben az áram a *17. ábra* szerint a középértékhez képest ±20%-kal ingadozik.
Villamos fékezéskor a szolenoid fékmágneseket a fékellenállásokkal sorbakapcsolt R_{le} leágazó ellenállásokról mint söntökről tápláljuk a szelepként működő *E1* és *E2* jelű 100 A-es szilícium diódákon keresztül *(14. és 17. ábra)*. Az utóbbiak fékerősítéskor és pótvészfékezéskor megakadályozzák, hogy az R_{le} ellenálláson áram folyjék keresztül, ami feleslegesen terhelné az akkumulátort.
A motorok gyorsabb felgerjesztése érdekében, aminek kisebb sebességeken van jelentősége, a motorok akkumulátorból kb. 10-10 A előgerjesztést kapnak. A körkapcsolás következtében az előgerjesztés nem szimmetrikus, mert a *2.* és *4.* motor közvetlenül, az *1.* és *3.* azonban az ebből a szempontból egymással szembekapcsolt két forgórészen át kap áramot *(18. ábra)*. A különbség azonban nem számottevő. Az előgerjesztés következtében a fékáramkörök földeltek. Az akkumulátor negatív sarka ui. érintésvédelmi célból üzemszerűen földelve van. A földelt pontot, valamint a fékező és fékleágazó ellenállások sorrendjét az szabta meg, hogy az *Sz* szolenoid fékmágnesek egyik sarkát akkumulátoros táplálás esetén az akkumulátor földelt sarkával kell összekötni.

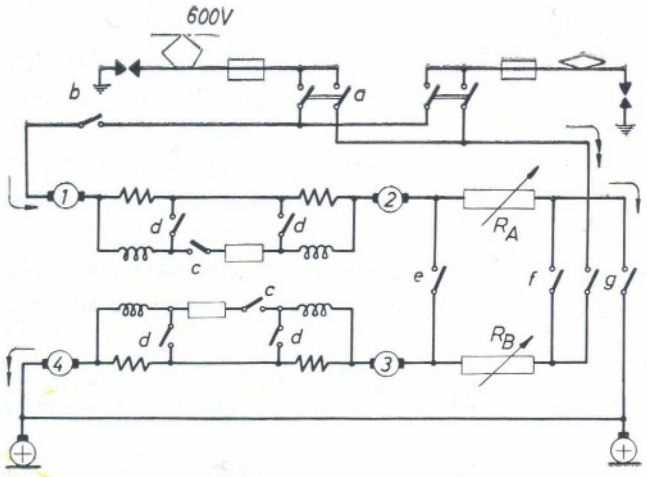
A kábeleknek a csuklóban való átvezetése visszahatott a készülékek kialakítására és az áramkörökre is. Azért, hogy a csuklókon minél kevesebb nagykeresztmetszetű főáramköri kábel menjen át, a menet-fékkapcsolót és a menetirányváltót két részre bontottuk szét. Az „A" kocsirészen levő 1-2 motorhoz tartozó részek az „A" kocsirészen, a 3-4 motorhoz tartozók pedig a „B" kocsirészen vannak (20. ábra). Mivel az R_A ellenállás és a hozzátartozó *K10–K16* kontaktorok szintén az „A" kocsirészen, az R_B és a *K20–K27* kontaktorok pedig a „B" kocsirészen vannak, menetkapcsolásban csak a soros és hídkontaktorhoz tartozó összeköttetések mennek át a csuklókon, fékezéskor pedig egyáltalán nincs szükség főáramköri csuklóátvezetésre. A két fékáramkör tehát térbelileg is függetlenné vált egymástól, aminek teljessé tételére a két körben a vezérkontroller után a fékkapcsolás vezérlését is függetlenítettük egymástól. Ez tovább fokozza a fékezés biztonságát.

A menetirányváltók szétválasztása következtében a motorpárokat saját menetirányváltójukkal könnyen lehet az áramkörből kiselejtezni. Ezek az előnyök kárpótolnak azért a hátrányért, hogy kettő helyett négy működtető mechanizmusra van szükség.



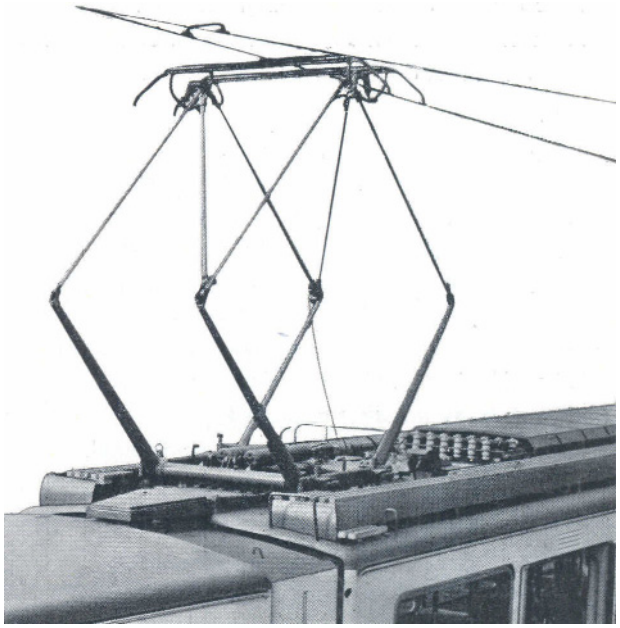
14. ábra. A főáramkör kapcsolása

1 – nagyfeszültségű segédüzemek (motorgenerátor, sínfék, váltóállítás, fűtés), 2 – az „A" kocsirészen, 3 – „B" kocsirészen, 4 – előgerjesztés, 5 – jelzés, világítás, 6 – motorgenerátor és vezérlés, 7 – szolenoid fékmágnesek, 8 – akkumulátoros sínfékezés, 9 – menetirányváltó, 10 – menet-fékkapcsoló



15. ábra. Menetkapcsolás

a – automaták, b – főkontaktor, c – 1. sönt, d – 2. sönt, e – híd, f – soros, g – párhuzamos



16. ábra. Az áramszedő és az indítóellenállások

Kisfeszültségű berendezés

A kontaktorok, egyéb kapcsolókészülékek, és a mágnesek működtető tekercsét, az ajtómozgatást, a jelzést és világítást, a 24 V névleges feszültségű hálózat táplálja. Az energiát akkumulátorral puffer üzemben állandóan párhuzamosan járó motorgenerátor szolgáltatja. A motorgenerátor 600 V-os kettősgerjesztésű motorból és 32 V-os sönt-generátorból álló kétcsapágyas, önszellőzésű gépegység. A generátor feszültségét tranzisztoros szabályozó tartja az akkumulátor töltése érdekében állandóan 32 V-on. A generátor állandó teljesítménye 32 V feszültségen 2,7 kW, ami a gépegység 400 V motoroldali feszültség esetén is le tud adni. A nagy teljesítményre a kisfeszültségű világítás és a többes távvezérlés miatt van szükség.

A 140 Aó-s lúgos (Ni-Cd) akkumulátor 20 cellából áll, magasított lúgtérrel. A nagy kapacitásra az akkumulátoros sínfékezés miatt van szükség. Az akkumulátor mellett elhelyezett főkapcsolóval az egész kisfeszültségű hálózatot le lehet választani az akkumulátorról.

A kocsin nincs vezérlési főkapcsoló. Ezt a feladatot a vezérkontroller irányváltója látja el, mert „0" állásban a világítás és vészjelzés kivételével minden működtető kapcsolót hatástalanít. A nagy áramerősségű fogyasztói áramköröket olvadóbiztosítók, a vezérlőáramköröket kisautomaták védik. Az utóbbiakkal könnyen lehet a vezérkontroller előtt levő vezetékeket is feszültségmentesíteni.

Segédberendezések

A váltók villamos működtetésére a vezetőnek nem kell a motoráramot bekapcsolnia. Erre a célra külön terhelő-ellenállás és kontaktor szolgál, amit a kapcsolóasztalban levő billenőkapcsolóval lehet működtetni *(7. ábra)*. Ez különösen lejtőben fekvő váltóknál bizonyult előnyösnek.

A szektoros szerkezetű homokolókat közvetlen lábmozgatás helyett tranzisztoros ütemszabályozóval vezérelt mágnesek működtetik. Az első és hátsó hajtott forgóváz egyidejűleg kap homokot. A működést a vezető lábpedállal váltja ki.

Az *ajtókat* a vezető kezeli. A kapcsolóasztalban levő oldalválasztóval először beállítja, hogy melyik oldalon nyíljanak az ajtók. Az ajtók nyitására és becsukására két háromállású billenőkapcsolója van *(7. ábra)*. Az elsővel üzemszerűen egyszerre nyitja és csukja a kiválasztott oldali összes ajtót. A második kapcsolóval a vezető szükség esetén (pl. ha kézzel kell a váltót átállítania) külön csak az első ajtót tudja kinyitni.

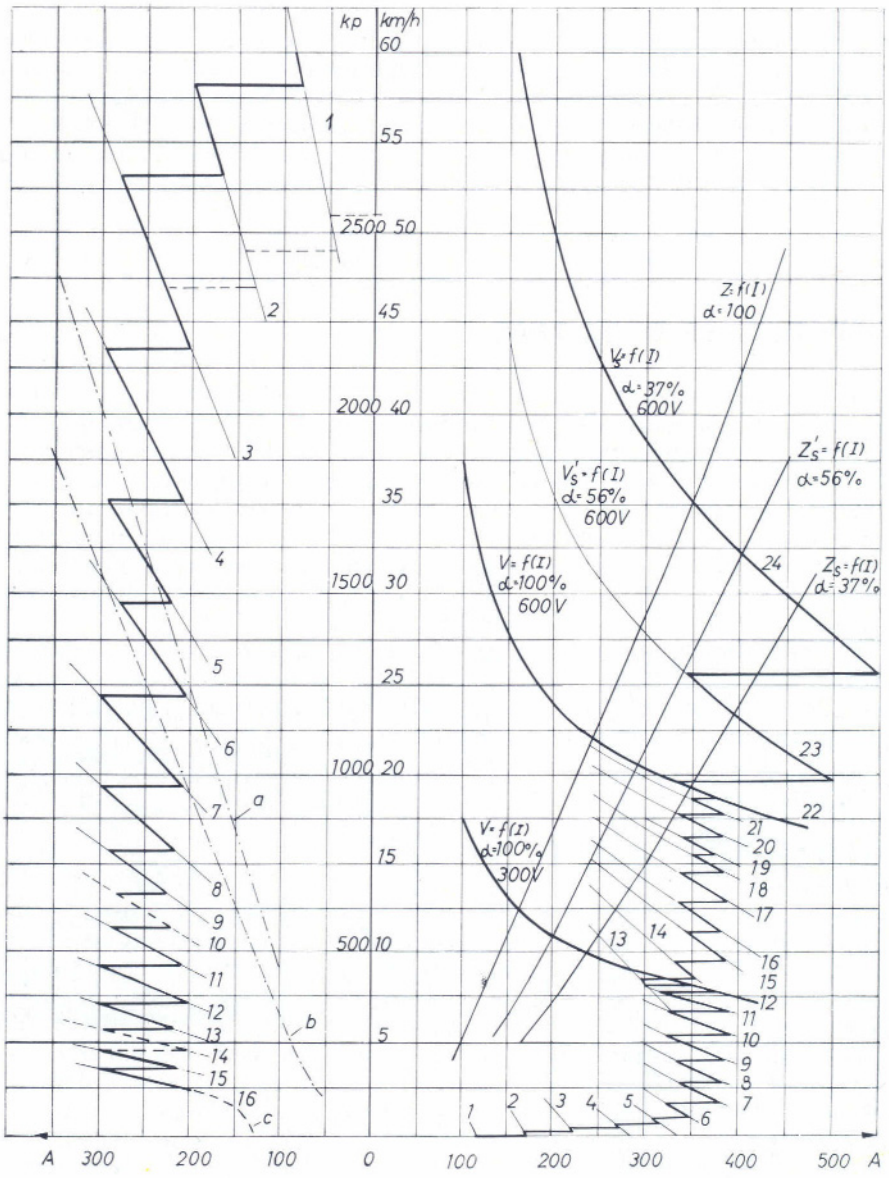
Az ajtók becsukását az indításjelzéssel egyesítettük. Az első billenőkapcsoló hátraállításakor először megszólalnak az indításjelző berregők, majd tranzisztoros késleltető relé hatására az ajtók a vezető újabb beavatkozása nélkül 3-4 mp késleltetéssel becsukódnak. A vezető kocsi kalauza nem vesz részt az indításjelzésben. A második ajtókapcsolóval az ajtókat késleltetés és indításjelzés nélkül is be lehet csukni. A vezető külön átkapcsolóval be tudja állítani, hogy mindkét oldalon egyszerre nyíljanak ki az ajtók. Erre végállomásokon lehet szükség a kocsi gyorsabb kiürítéséhez, valamint kocsiszíni munkáknál.

Többes vezérlés esetén az összes ajtót a vezető nyitja ki, de a csatolt kocsin a kalauz csukja be őket indításjelzést követő késleltetéssel az ajtóknál levő nyomógomb segítségével. Ezek a nyomógombok a vezető kocsján mindig hatástalanok.

Vészjelzésre éles hangú csengő van mindkét vezetőállásba beépítve. Ezeket az ajtók mellett levő nyomógombokkal lehet megszólaltatni. Többes vezérlés esetén a csatolt kocsi kalauza és a vezető külön kürtjelzéseket tud egymásnak adni.

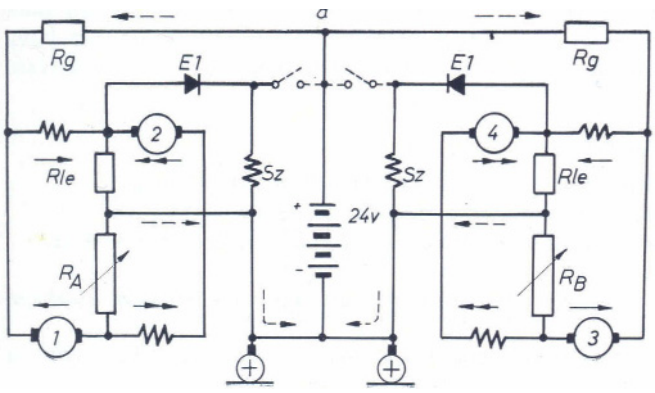
Az utasok tájékoztatására a mennyezeten és mindkét oldalon a második, illetve negyedik ajtó fölött *hangszórók* vannak. Az állítható állványra szerelt, kihúzható mikrofonba a vezető beszél bele *(7. ábra)*. Mindkét vezetőállásban van egy-egy tranzisztoros erősítő. A vezető billenőkapcsolóval vagy a belsőtéri, vagy a jobboldali kifelé sugárzó hangszórókat tudja kikapcsolni. Baloldali megállóhelyeken a baloldali külső hangszórókat is használni tudja.

A vezető befordulási szándékát szaggató relével vezérelt lámpák villogtatásával tudja jelezni.
A vezetőnek a kapcsolóasztalon lámpa jelzi a sínfékek működését, a rögzítőfék működését, külön a vezető és külön a csatolt kocsi ajtóinak zárt állapotát és az akkumulátortöltés esetleges hibáját *(7. ábra)*.



17. ábra. Indítási és fékezési jelleggörbék közepesen kopott kerékkel. D = 630 mm

a – $F_{motor+tárcsásfék} = f(I)$, b – $F_{motor} = f(1)$, c – rögzítőfék



18. ábra. Fékkapcsolás

a – előgerjesztés

Világítás

Az utasteret 60 db 28 V, 20 W-os opál gömbizzó világítja meg. A megvilágítás erőssége közepesen használt állapotban a padlótól 80 cm magasságban kb. 80 lux. A nagyméretű számjelzőt 2-2 hasonló izzó világítja ki. A pályavilágítás (fényszóró, zárlámpa, befordulásjelzés) lámpatestjeiben 24 V-os megfelelően előtétezett izzók vannak. A fényszóróban üzemszerűen csak a 4 W-os városi izzó ég, de a vezető kézzel is és lábpedállal is be tudja kapcsolni a vetítő lámpát, és így sötétben fényjelzést is tud adni. Minden egyes ajtó fölött 10 W-os szükségvilágítási lámpa van elhelyezve, amelyeket a vezető tud bekapcsolni. Éjjel az ajtók nyitásakor a lépcsők is ki vannak világítva.

A villamos berendezés beépítése

Az utastérben nincs nagyfeszültségű berendezés. A kontaktorok, menetfékkapcsolók, menetirányváltók, induktív söntök, egyes nagyfeszültségű ellenállások, valamint a motorgenerátor és az akkumulátor az alváz alatt helyezkednek el *(19. ábra)*. A kapcsolókészülékek a felhajtható szoknyarész mögött kívülről nyitható szekrényekben, az alváz alatt vannak. A padló szintje fölött, ülések alatt nem akartunk készülékszekrényeket elhelyezni, mert az egyes ülések miatt nem lehetett volna elég nagy szekrényeket kialakítani, és ezek egyébként is elrontották volna a kocsi belső terének tágas hatását. A kontaktorok a leszálló ajtók és a hajtott forgóvázak közötti hosszabb *(20. ábra)*, a menetirányváltók, illetve menet-fékkapcsolók pedig a csuklók melletti rövidebb szekrényekbe kerültek *(21. ábra)*. Az automatákat a mennyezetbe süllyesztettük. Az indító- és fékezőellenállások a váltó- és sínfék-előtétellenállásokkal együtt a tetőn vannak. A vezérlési készülékek a vezetőállásokban találhatók.

A kábelcsatornákat az alváz főtartóira kétoldalt erősítettük fel. A mennyezetben csak a jelzés és világítás vezetékei futnak. Az alváz alatt olajálló műanyag-szigetelésű kábeleket alkalmaztunk. A motorkábelek keresztmetszete 70 mm^2. A csuklókon a kábeleket bőrbevarrt lengőcsatlásokkal vezetjük át. A csatlás vezetékei a csukló mindkét oldalán kapocslécen csatlakoznak a továbbmenő vezetékekhez.

A kocsik menettulajdonságai

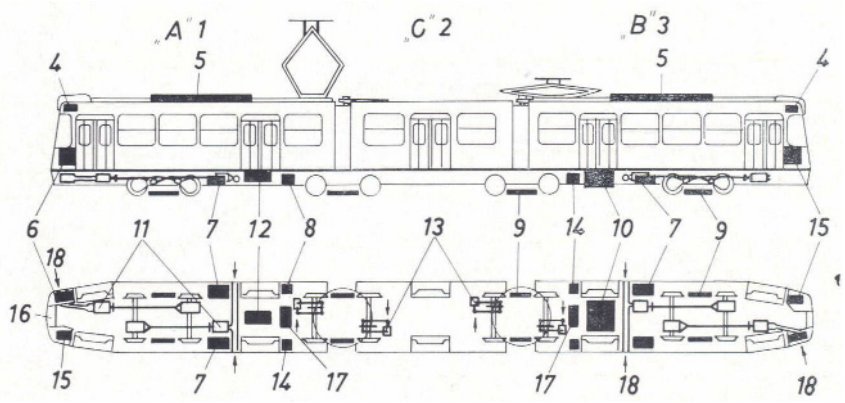
A csuklós motorkocsik számított menetdiagramját a 22. *ábra* mutatja. Ebbe berajzoltunk egy oszcillografált menetet is. Az ellenőrző mérések szerint, ha a felsővezeték feszültsége 600 V, a kocsi zavartalan menetben 210 m úton teljes terheléssel kb. 50, üresen kb. 52 km/ó végsebességet ér el, az engedélyezett 60 km/ó maximális sebességre pedig teljes terheléssel kb. 600, üresen kb. 470 m után gyorsul fel [5].

A csuklós kocsik gyorsulását elsősorban a kihasználható tapadás szabja meg. Városi pályán a különféle szennyezések (pl. gumipor miatt) μ=0,22 közepes tapadási tényezőnél többet nem igen lehet elérni. Ezzel a gyorsulás 1,0 m/sec^2. A tényleges forgalomban μ=0,18-cal 0,8 m/sec^2 gyorsulást lehet kihasználni. Figyelemre méltó, hogy a nagyarányú söntölés következtében ez a gyorsulás kb. 35 km/ó sebességig még a söntfokozatokon is érvényesül. Villamos fékezéskor a kocsi nedves vágányon a kezdő kerékcsúszás határán 1,1-1,2 m/sec^2-tel, száraz vágányon max. 1,6 m/sec^2-tel lassul. Üzemszerű fékezéskor 1,15 m/sec^2 közepes lassulást lehet figyelembe venni, amihez μ=0,19 közepes kihasznált tapadási tényező tartozik. A tényleges forgalomban a vezetők méréseink szerint kb. 1,0 m/sec^2-tel fékeznek. Villamos gyorsfékezéskor az oszcillogramok szerint tiszta száraz pályán üresen kb. 2,0 m/sec^2, teljes terheléssel – mivel a futótengelyek fékhatása a fékárammal az arányosnál kisebb mértékben növekszik – kb. 1,9 m/sec^2 az elérhető legnagyobb közepes féklassulás, de ilyenkor a hajtott kerekek már mindig csúsznak. Csúszó kerekekkel nedves vágányon is biztosan el lehet érni 1,5 m/sec^2-et.

Vészfékezéskor (egyidejű villamos + sínfékezéssel) kb. 50 km/ó kezdősebességről az oszcillogramok szerint üresen 3,1 m/sec^2, teljes terheléssel 2,8 m/sec^2 a legnagyobb elérhető közepes lassulás. Veszély esetén – ha a vezető reakciókésedelmére 1 mp-et veszünk fel – a kocsi 50 km/ó sebességről 50 m-en, azaz két kocsihosszon belül meg tud állni. A csuklós kocsi utazási sebessége 350 m-es megállóhely-távolságon sík, egyenes pályán, 600 V felsővezetéki feszültség mellett teljes utasterheléssel, 25 mp állásidővel 19,0 km/ó. A fajlagos fogyasztás ugyanilyen menetre a kocsi terhelésétől függően 120-150 Wó/Mpkm, ill. 7,2-3,7 kWó/km.

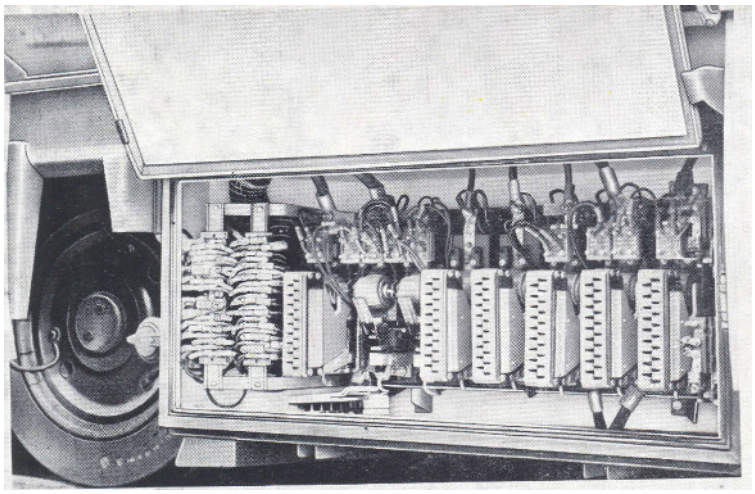
IRODALOM

[1] Gábor P.: A budapesti új négytengelyű közúti villamos motorkocsik Elektrotechnika (Bp.) 51. (1958) 348-355 old.
[2] Hauber Ö.: Két-, illetve háromrészű csuklós villamos motorkocsik Ganz-MÁVAG Közlemények 37. sz. (1966) 3-8 old.
[3] Gábor P.: A „Ganz" csuklós villamos motorkocsik prototípusainak villamos berendezése Ganz Villamossági Közlemények 3. sz. (1966) 49-66 old.
[4] dr. Paulay Lajos – dr. Perczel József: A legutóbb épített csuklós városi villamos motorkocsi vezetőállásának ergonómiai kialakítása Ganz-MÁVAG Közlemények 38. sz. (1966) 38-47 old.
[5] Gábor P.: A nyolctengelyű „Ganz" csuklós közúti villamos motorkocsik mérési eredményei Városi Közlekedés. 1 köt. 1968. 4. sz. 313-341 old.
[6] Gábor P.: A budapesti nyolctengelyű csuklós villamosok mért menettulajdonságai Ganz Villamossági Közlemények 9. sz. 90-102 old.

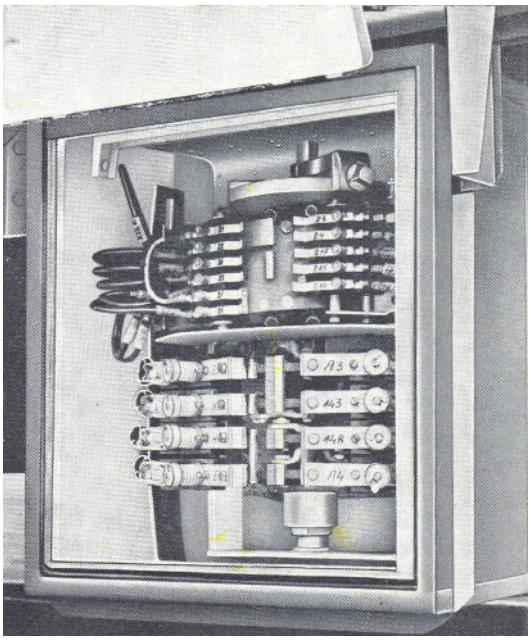


19. ábra. A készülékek elhelyezése

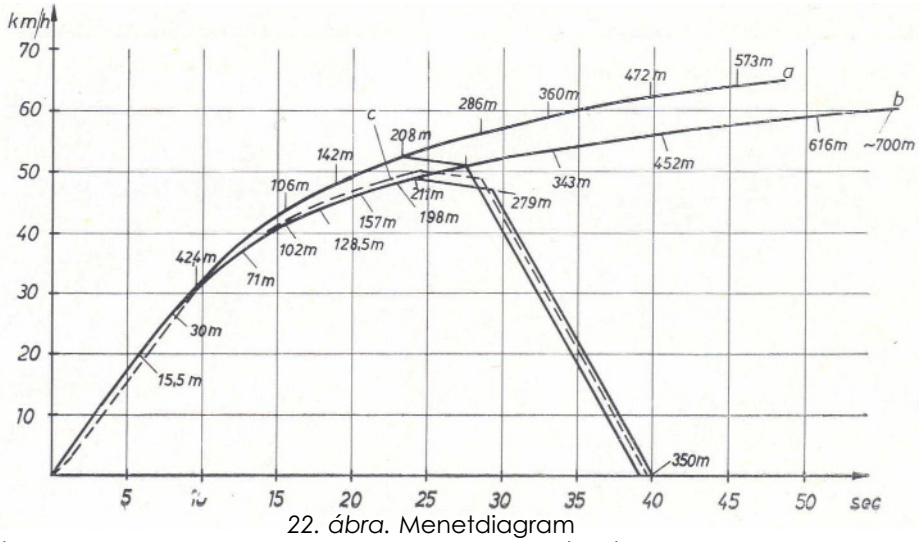
1 – „A" kocsirész, 2 – „C" kocsirész, 3 – „B" kocsirész, 4 – tetőautomata 5 – indító ellenállások, 6 – vezérlési készülékek, 7 – kontaktorok, 8 – menet-fékkapcsoló, 9 – sínfékek, 10 – akkumulátor, 11 – vontatómotor, 12 – motorgenerátor, 13 – szolenoid fékmágnes, 14 – menetirányváltó, 15 – vezérkontroller, 16 – kapcsolóasztal, 17 – induktív sönt és alvázellenállások, 18 – a motor szellőző levegője



20. ábra. A kontaktorok beépítése

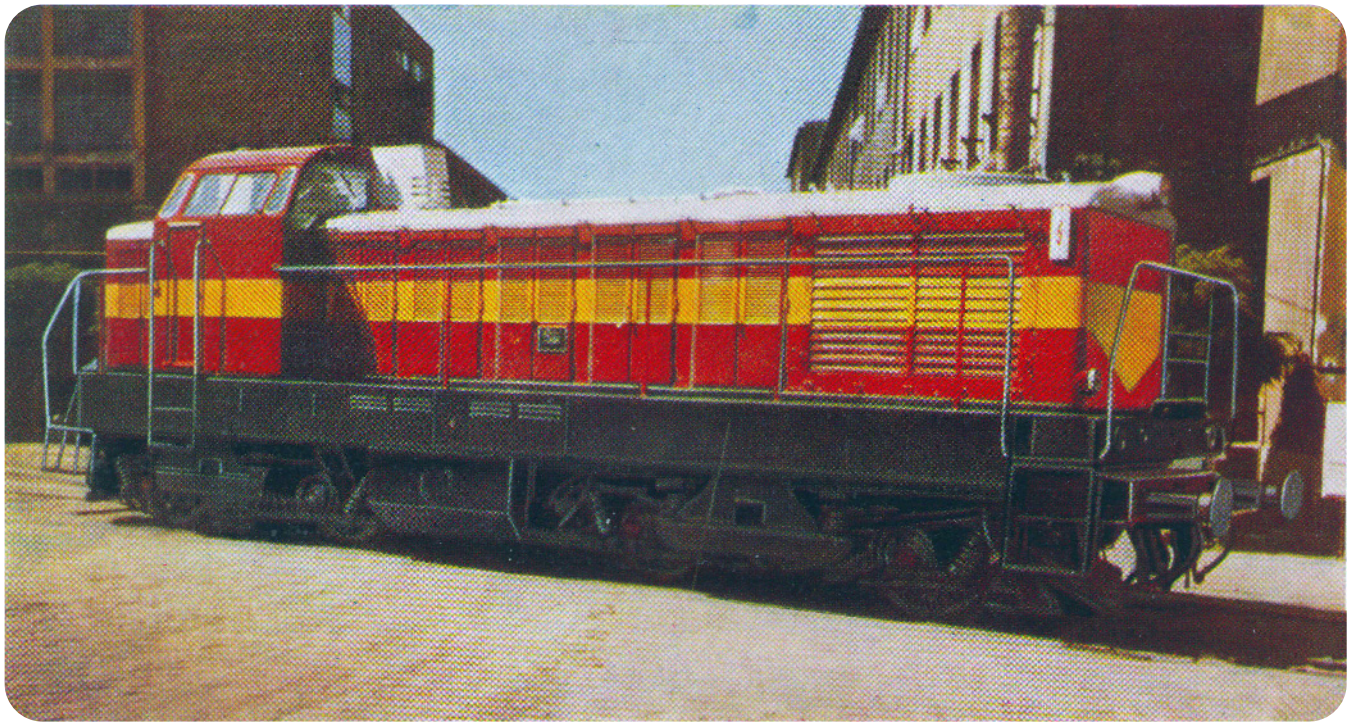


21. ábra. A menetirányváltó beépítése



22. ábra. Menetdiagram

Megállóhelytávolság:	350 m	Gerjesztési arány:	37%
Gyorsulás:	1,0 m/sec²	Utazási sebesség terhelten:	19,35 km/ó
Lassulás:	1,2 m/sec²	üresen:	19,6 km/ó
Kerékátmérő:	670 mm	a – üres, b – 100% terhelés, c – műterheléssel oszcillografált menet	
Feszültség:	600 V		



FISER JÓZSEF

A DVM 8 TÍP. 800-1000 LE-s DIESEL-VILLAMOS MOZDONY VILLAMOS BERENDEZÉSE

I. Bevezetés

A DVM 8 típusú 800-1000 LE-s Diesel-villamos mozdonyt a Ganz-Mávag és a Ganz Villamossági Művek a 600-640 LE-s Diesel-villamos mozdonyokból fejlesztették ki, amelyek évek óta sikeresen üzemelnek a MÁV vonalain és egy sor külföldi országban.

A fejlesztési munka célkitűzése egy olyan mozdony létrehozása volt, amely – megtartva a 600-640 LE-s mozdonyok kedvező tulajdonságait – ki tudja elégíteni a nagyobb teljesítménnyel kapcsolatban vele szemben támasztott követelményeket is.

A mozdonynak részben nehéz tolató, részben vonali szolgálatot kell ellátnia és alkalmasnak kell lennie személyvonatok vontatására is. Ennek megfelelően kétféle kivitelben készül: a vonali mozdonyokba egy vonatfűtési gőzkazán is beépítésre kerül, a kifejezetten tolatószolgálatra gyártandó mozdonyokon gőzkazánt nem alkalmaznak, helyére a szükséges tapadósúly biztosítása céljából ballasztot építenek be.

A mozdony gépi berendezése 1000 LE teljesítményre van méretezve. A 800 LE teljesítményű mozdony átmeneti típusnak tekinthető, amelyből egyelőre csak aránylag kis darabszám készül. A MÁV kívánságának megfelelően a 800 LE-s mozdonyok felépítése is olyan, hogy szükség esetén átalakíthatók legyenek 1000 LE teljesítményűekké. A 800 és 1000 LE teljesítményű mozdonyok között tehát felépítés szempontjából lényeges különbség nincs. A továbbiakban ezért csak az 1000 LE-s mozdony villamos berendezésével fogunk foglalkozni.

A mozdony az *1. ábrán* látható.

II. A mozdony fő jellemzői

A 600 és 1000 LE teljesítményű mozdonyok néhány főbb adatát az alábbi táblázat foglalja össze:

Jellemző	600 LE	1000 LE
Tengelyelrendezés	Bo'Bo'	Bo'Bo'
Szolgálati súly	61960 kg	75600 kg
Átlagos tengelynyomás	15440 kg	18900 kg
Legnagyobb sebesség	80 km/ó	100 km/ó
Állandó vonóerő	12030 kg	13450 kg
Indító vonóerő	16600 (20000) kg	25000 kg
Villamos berendezés súlya	kb. 18000 kg	kb. 17000 kg
Járműszerkezeti rész súlya	kb. 31300 kg	kb. 37500 kg
Gépi berendezés súlya	kb. 20600 kg	kb. 20000 kg
Fűtőkazán + tápvízkészlet súlya	-	3700 kg
Gázolajkészlet súlya	kb. 1000 kg	2600 kg

Vizsgáljuk meg, hogy a főbb adatok, valamint a lényegesebb szerkezeti elemek szempontjából az 1000 LE-s mozdony miben különbözik elődjétől. A táblázat adataiból megállapítható, hogy az 1000 LE-s mozdony maximális sebessége, állandó és indító vonóereje lényegesen nagyobb, mint a 600 LE-s mozdony azonos jellemzői, s így nagyobb feladatok ellátására is alkalmas, mint a kisebb teljesítményű mozdony.

A fejlesztési munka hatékonysága jól lemérhető azon, hogy a DVM 8 típusú mozdony gépi berendezése ennek ellenére kisebb súlyú, mint a 600 LE-s mozdonyé. A mozdonyok súlya között levő lényeges különbség elsősorban a fűtőkazán és annak tápvízkészlete, valamint a mozdony hosszának a fűtőkazán beépítése miatt történt megnövelése, továbbá a mozdony egyéb berendezéseivel szemben támasztott megnövekedett igények kielégítése következtében jelentkezik.

Az 1000 LE-s mozdonyba beépítésre kerülő 16 VFE 17/24 típ. Diesel-motor a 600 LE-s 16 hengeres Jendrassik-rendszerű motornak korszerűsített, feltöltéssel és feltöltő levegő visszahűtéssel ellátott változata, melynek teljesítményét ily módon 1000 LE-re emelték fel.

A Diesel-motor hűtőberendezése ugyancsak nagyobb teljesítményű és önműködő szabályozással van ellátva úgy, hogy a Diesel-motor hűtővizének hőmérsékletét az előírt határok között tartsa.

A Diesel-motor a hűtőventillátort, valamint a többi segédüzemi gépet is (kompresszort, akkumulátor töltődinamót, fődinamó gerjesztőgépet, 1-2 sz. vontatómotorok hűtőventillátorát) a fődinamóval ellentétes oldalon levő tengely végéről mechanikusan hajtja. A 3-4 sz. vontatómotorok hűtőventillátora a fődinamó hajtással ellentétes oldalon levő tengely végéről kapja a hajtást.

A mozdony segédüzemi gépei általában nagyobb teljesítményűek, mint a 600 LE-s mozdonyon. A teljesítménynövelést az akkumulátor töltődinamó esetében a fűtőkazán alkalmazása, a gerjesztőgép esetében a nagyobb fődinamó gerjesztőszükséglet, valamint az tette szükségessé, hogy a fődinamó teljes gerjesztőteljesítményét a gerjesztőgép fedezi.

A mozdony – nagyobb vonóereje és teljesítménye következtében – nagyobb szerelvényeket tud vontatni. Az emiatt megnövekedett sűrített levegő szükséglet fedezésére a mozdonyba nagyobb teljesítményű kompresszor kerül beépítésre.

Tekintettel arra, hogy a MÁV a jövőben át kíván térni az önműködő központi vonókészülékre, ennek beépítésére a mozdonyon lehetőséget biztosítottak. A mozdonyok egy részébe az önműködő központi vonókészülék már eredetileg is beépítésre kerül.
A nagyobb sebesség miatt felmerülő követelmények kielégítésére a Ganz-Mávag új forgóvázat fejlesztett ki, amelynek futási tulajdonságai lényegesen jobbak, mint a régi forgóvázaké.

Az új forgóváz konstrukciója ugyanúgy, mint a 600 LE-s mozdony esetében, biztosítja azt, hogy a forgóvázon belül a tengelynyomások értéke mindig azonos legyen.

A DVM 8 típ. mozdonyon ezenfelül villamos úton kompenzáljuk a két forgóváz között a vonóerőkifejtés következtében fellépő tengelynyomás-változás hatását is.

A nagyobb tapadósúly, valamint a tapadósúly jó kihasználása következtében a DVM 8 típ. mozdonynál elvileg lényegesen nagyobb vonóerők mellett következik be a kerékcsúszás, mint a 600 LE-s mozdonynál. A villamos erőátvitel a jelenlegi 17/71 fogaskerék-áttétellel kb. 25 t indító vonóerő kifejtésére alkalmas. Megjegyezzük, hogy a 17/71 fogaskerék-áttétellel 100 km/ó sebességnél a vontatómotorok fordulatszáma kb. 10%-kal kisebb a megengedhető maximális értéknél.

A fogaskerékáttétel megfelelő módosításával tehát a mozdony indító és állandó vonóereje mintegy 10%-kal növelhető változatlan maximális sebesség mellett. Azoknál a mozdonyoknál, amelyek nehéz tolatószolgálatra készülnek, ez a módosítás feltétlenül indokolt.

A mozdony főbb jellemzőinek e rövid áttekintése után vizsgáljuk meg részletesen a villamos berendezés felépítését.

III. A mozdony főáramú villamos berendezése

Az 1000 LE-s Diesel-villamos mozdonyhoz gyárunk új fődinamót és vontatómotort fejlesztett ki.
Az ED 1001 típ. fődinamó egyenáramú, 8 pólusú, kompenzálatlan, külső gerjesztésű, önszellőzésű gép. Főbb adatait az alábbi táblázat tünteti fel.

Névleges fordulatszám	1200 f/p	Típusteljesítmény	1000 kW
Állandó áramerősség	1680 A	Súly	3300 kg
Órás áramerősség	1800 A	Szigetelés	B osztály
Legnagyobb feszültség	600 V		

A gép – a 600 LE-s mozdony fődinamójától eltérően – kétcsapágyas kivitelben készül, a korábbi gömbcsuklós kapcsolatnál felmerült problémák kiküszöbölése érdekében. A korszerű konstrukció következtében azonban a második csapággyal járó többletsúly, valamint a 40%-kal nagyobb típusteljesítmény ellenére az ED 1001 típ. fődinamó kb. 200 kg-mal könnyebb, mint az EBSc 41/200 típ. fődinamó. A TC 454 típ. vontatómotor egyenáramú 6 pólusú soros gerjesztésű, külső szellőzésű gép. Főbb adatai az 1000 LE-s mozdony viszonyaira vonatkoztatva az alábbiak:

Állandó áramerősség	840 A	Állandó nyomaték	415 mkg
Órás áramerősség	900 A	Súly előtéttel és fogaskerék	
Legnagyobb feszültség	600 W	szekrénnyel kb.	2500 kg
Legnagyobb üzemi fordulatszám		Megengedhető legnagyobb	
	2220/p	fordulatszám	2500/p
Hűtőlevegő mennyisége	1,05 m^3/sec	Szigetelés	B osztály

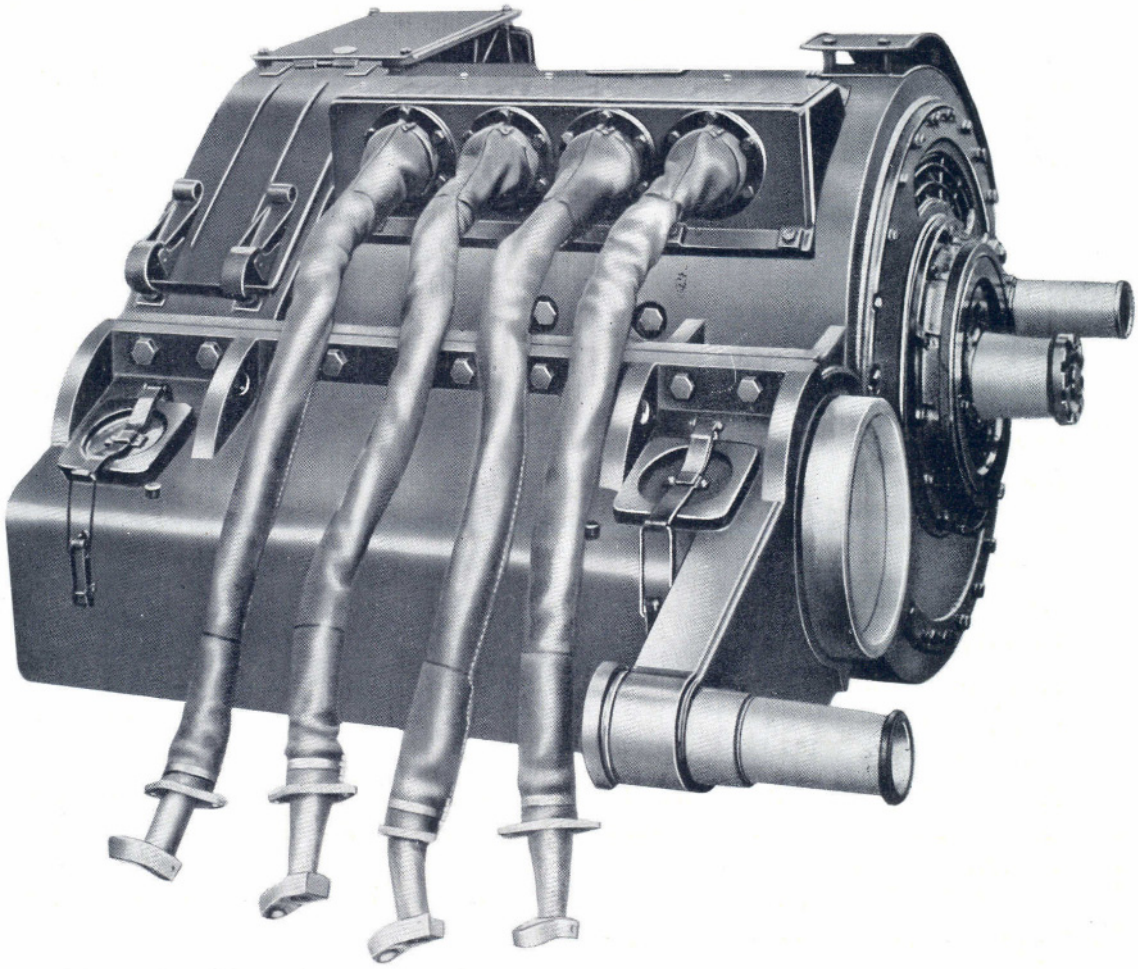
A TC 454 típ. vontatómotor súlya kb. 300 kg-mal kisebb, mint a TC 32,44a/14 típ. motoré, állandó nyomatéka viszont gyakorlatilag ugyanakkora. A kisebb méretek következtében a TC 454 típ. motor maximális fordulatszáma mintegy 20%-kal nagyobb, a fogaskerék tengelytávolsága pedig kb. 5%-kal kisebb, mint a TC 32,44a/14 típ. vontatómotornál.
Az új vontatómotor kifejlesztését az tette szükségessé, hogy a fejlesztés megindulásának időpontjában érvényben levő IEC szabvány a fogaskerékszekrény legkisebb sínfej feletti magasságára teljesen kopott kerék esetén min. 100 mm értéket írt elő. Ezen előírás betartása esetén, a TC 32,44a/14 típ. vontatómotornál a nagy tengelytáv miatt csak aránylag kis, mintegy $i \cong 3{,}5$ értékű fogaskerék-áttétel volt alkalmazható. Ennek következtében a motort nem lehetett kihasználni a maximális fordulatszámig és a mozdony vonóereje a nagy motornyomaték ellenére aránylag kis értékűre adódott.
Így volt ez pl. a DVM 4 típ. mozdonyoknál, amelyeknél az állandó vonóerő értéke mindössze 11,2 t, noha a vontatómotor melegedés szempontjából kihasznált.
A DVM 8 típ. mozdonynál alkalmazott 17/71 fogaskerék-áttétel mellett a minimális sínfej feletti magasság teljesen kopott kerék esetén 100 mm. Az új IEC szabvány szerint ez az érték 80 mm lehet. Mint már említettük, e lehetőség kihasználása esetén a fogaskerék-áttétel és így a mozdony indító és állandó vonóereje is növelhető a jelenlegihez képest.
A vontatómotor a 2. *ábrán* látható.
A TC 454 típ. vontatómotorok kommutációs határteljesítmény szempontjából az 1000 LE-s diesel-villamos mozdonyon nincsenek kihasználva. Ez lehetőséget nyújt a motorok mezejének nagymértékű szabályozására. Csupán a vontatómotor lehetőségeit figyelembe véve, az 1000 LE-s mozdonyon a vontatómotor gerjesztése 22,5%-ig lenne csökkenthető.
A vontatómotorok mezejének nagymértékű szabályozása (mezőgyengítés) lehetővé teszi ugyanannak a szabályozási feladatnak kisebbmértékű fődinamó-feszültségszabályozással történő megoldását. Ez azt jelenti, hogy a vonatómotorok nagy mértékű mezőgyengítése esetén a fődinamó típusteljesítménye, tehát mérete és súlya is kisebb lehet.
Az ED 1001 fődinamóból és TC 454 vontatómotorokból álló erőátvitel elvileg alkalmas az ezen a mozdonyon előforduló legnagyobb vontatási teljesítmény (1020 LE) átvitelére a maximális vontatómotor fordulatszámig (2500 f/p).
Lépcsőkben végrehajtott mezőgyengítés esetén azonban egy lépcső nagysága korlátozott és annál kisebb, minél közelebb van a fődinamó állandó teljesítménye a típusteljesítményhez. Ennek szemléltetésére szolgál a 3. *ábra*.
Ezen az ábrán a fődinamó feszültségét ábrázoltuk a fődinamó áramerősségének függvényében egy állandó P_1 hajtóteljesítmény, egy ennél nagyobb P_2 teljesítmény, valamint a $P_{tip.}$ típusteljesítménynek megfelelő hajtóteljesítmény esetében. A mezőgyengítés a fődinamó maximális feszültségének elérésekor kapcsolódik be és a vontatómotorok, valamint a fődinamó áramerősségének megnövekedését, feszültségük lecsökkenését eredményezi.

Egy lépcsőben elméletileg akkora mezőgyengítés hajtható végre, amelynek következményeképpen az áramerősség nem növekszik az állandó érték fölé. Mint az ábrából látható, minél nagyobb a fődinamó hajtóteljesítménye, annál közelebb van az állandó feszültség értéke a maximális feszültséghez és következésképpen annál kisebb mértékű mezőgyengítés hajtható végre egy lépcsőben. Gyakorlatilag egy mezőgyengítési lépcsőt ennél kisebb értékűre kell választani annak érdekében, hogy az önműködő mezőgyengítés-visszakapcsoló berendezés, amelynek működési tartománya szintén az állandó áramerősségen belül van, a mezőgyengítés bekapcsolása után ne okozzon téves visszakapcsolást, még a legnagyobb vontatási teljesítmény esetén sem.
A fenti meggondolások alapján a DVM 8 típ. mozdonyon egy fokozatban nem volt megvalósítható olyan mértékű mezőgyengítés, amely szükséges ahhoz, hogy az 1000 LE-s mozdony villamos erőátvitele a vontatásra jutó teljesítményt a legnagyobb sebességig át tudja vinni, s így kétfokozatú mezőgyengítést kellett alkalmazni.
A DVM 8 típusú mozdonyon alkalmazott kapcsolásban – 910 LE névleges fődinamó hajtóteljesítmény mellett – kétfokozatú mezőgyengítéssel a TC 454 típusú vontatómotorok gerjesztése kb. 25%-ig csökkenthető le, ami lehetővé teszi ennek a teljesítménynek az átvitelét 2500/p vontatómotor fordulatszámig.
A mozdony főáramú villamos berendezésének felépítése és kapcsolása tehát teljes mértékben alkalmas a kitűzött vontatási feladatok elvégzésére.
A DVM 8 típ. mozdonyok főáramú kapcsolási vázlata a második mezőgyengítési fokozattal, valamint a nyomatékkiegyenlítő ellenállások alkalmazásával különbözik a 600 LE-s mozdonyok főáramú kapcsolásától. A nyomatékkiegyenlítő ellenállások a két forgóváz között a vonóerő-kifejtés következtében fellépő tengelynyomás-változás hatásának kompenzálására szolgálnak.
A fogalmak pontosabb kifejezése érdekében vezessük be a tapadás-kihasználás mértékére jellemző tényezőt.

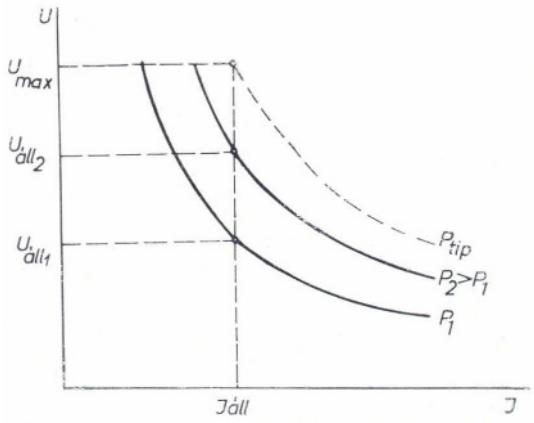
$$c = \frac{Z}{G}$$

Z – a kerékpár által kifejtett vonóerő értéke *G* – a tengelynyomás pillanatnyi értéke.

Mint ismeretes, amikor a mozdony a vonóhorgon vonóerőt fejt ki, a menetirány szerinti hátsó forgóvázban levő tengelyek nyomása a nyugalmi állapothoz képest megnövekszik, az első forgóvázban pedig lecsökken. Emiatt abban az esetben, ha minden vontatómotor árama egyforma, a kifejthető maximális vonóerőt a menetirány szerinti első forgóváz kerékpárjainak tapadási viszonyai határozzák meg. A lecsökkent tengelynyomás miatt ugyanis ezeknél a kerékpároknál ugyanolyan vonóerő mellett a tapadósúly-kihasználás (a *c* tényező értéke) nagyobb, mint a hátsó forgóváz kerékpárjainál és a csúszás előbb következik be. Ily módon a mozdony teljes tapadó súlya nem használható ki.
Ennek a jelenségnek a kiküszöbölésére több mechanikus és villamos megoldást dolgoztak ki. A DVM 8 típ. mozdonyon alkalmazott megoldásnál a menetirány szerinti első forgóváz vontatómotorjainak áramkörébe egy ohmos ellenállást iktatunk be. Ennek következtében kis sebességeknél az első forgóváz motorjainak árama, s így nyomatéka is kisebb, mint a hátsó forgóváz vontatómotorjaié. Az ellenállás értékének helyes megválasztása biztosítja, hogy egy adott indító vonóerőérték mellett az összes kerékpároknál egyforma legyen a tapadás-kihasználás (a *c* tényező értéke), s így a mozdony tapadósúlya teljesen kihasználható legyen. A kiválasztott vonóerő közelében levő vonóerő tartományban is elég jó a kompenzálás. Az U_1 és U_2 nyomaték kiegyenlítő ellenállásokat a menetirányváltó automatikusan iktatja be a menetirány szerinti első két vontatómotor áramkörébe.
Egyébként megtartottuk a 600 LE-s mozdonyok főáramkörű elrendezését.
A mozdony főáramú kapcsolási vázlata a *4. ábrán* látható.
A 4 vontatómotor két párhuzamos ágba van kötve, mindegyikben 2-2 motor van sorbakapcsolva. A párhuzamos áramkörök mindegyikét 1-1 főkontaktorral *(L_1, L_2)* lehet zárni, illetve megszakítani és a selejtező *(S)*, valamint a főkontaktor segítségével leválasztani meghibásodás esetén. Mindkét párhuzamos áramkörbe 1-1 túláramrelé *(RT_1, RT_2)* tekercse van bekötve. A menetirányváltó *(I_{rv})* érintkezői a vontatómotorok armatúrájában folyó áramerősség irányát változtatják meg menetirány-változáskor.
Különbséget jelent a 600 LE-s mozdonyokhoz képest az, hogy a gerjesztőgép ellengerjesztő tekercse nem a fődinamó segédpólus-tekercsének, hanem a vontatómotorok főpólus-tekercsének kapcsairól kapja a táplálást.
A mezőgyengítő ellenállásokat az *Ls_1–Ls_4* jelű kontaktorok kapcsolják be.
A Diesel-motor indítása a fődinamó segítségével történik. Indításkor a *Li_1* és *Li_2* jelű kontaktorok a fődinamó armatúráját a soros indító gerjesztőtekercsen keresztül az akkumulátorra kapcsolják és a fődinamó soros motorként pörgeti fel a Diesel-motort.
Az R_{csv} csúszásvédő relé tekercse a vontatómotorok főpólustekercseinek sarkai közé, az R_{fv} földzárlatvédő relé tekercse pedig a főáramkör negatív ága és a test közé van bekötve.



2. ábra



3. ábra

IV. Vezérlés és szabályozás

A mozdony vezérlése elektropneumatikus rendszerű, kivéve a Diesel-motor indításával kapcsolatos részt, amely elektromágneses rendszerű.

A vezérlőberendezés két mozdonynak egy vezetőállásból való vezérlésére alkalmas. A két mozdony áramköreit két 30 erű vezérlési csatlás köti össze, amelyek lehetővé teszik a távvezérelt mozdony üzemének a vezérlő mozdonyról történő irányítását és ellenőrzését. Mozdonyonként két vezetőállás van a vezetőfülke menetirány szerinti jobboldalán, egymáshoz képest átlósan elhelyezve. Vezetőállásonként 1-1 kontroller és 1-1 vezérlőpult van. A kontrolleren van elhelyezve a menetszabályozó kézikerék és a menetirányváltó kar, amelyeket a mozdonyvezetőnek a mozdony vezétése közben kezelni kell. A vezérlőpulton a műszerek, valamint azok a jelzőlámpák és kapcsolók helyezkednek el, amelyeknek megfigyelése, illetve kezelése vontatás közben is szükséges.

A többi jelzőlámpa és kapcsoló a főáramú szekrény tetején található.

Ugyancsak a főáramú szekrényen található a Diesel-motor indítására szolgáló kapcsoló, valamint a távvezérelt mozdony üzembe helyezésére szolgáló kapcsoló is.

A Diesel-motor csak a saját mozdonyról indítható, távvezérlés esetén azonban a vezérlő mozdonyról a másik mozdony Diesel-motorja is leállítható.

A Diesel-motor indítása után a mozdonyvezetőnek csak a menetirányváltó kart és a menetszabályozó kereket kell kezelnie, a villamos erőátvitel működésével kapcsolatos minden egyéb művelet önműködően következik be.

A menetszabályozó kerék minden állásához meghatározott fődinamó indító áramerősség és Diesel-motor teljesítmény tartozik. A Diesel-motor teljesítménye összesen 7 fokozatban állítható. A fődinamó indító áramerőssége viszont ennél lényegesen több fokozatban változtatható annak érdekében, hogy az indító vonóerő – különösen a nagy vonóerők tartományában – kis lépcsőkben finoman szabályozható legyen.

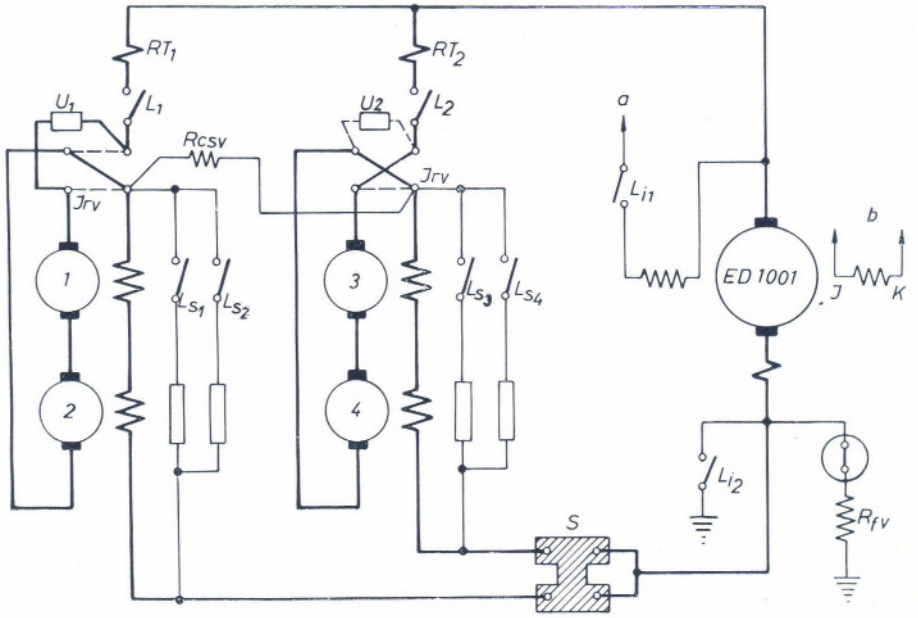
A Diesel-motor fordulatszám-állítását a vezérkontrollerről vezérelt 4 elektropneumatikus szelep által működtetett berendezés végzi. A 7 fokozat a 4 szelep különböző kombinációkban történő bekapcsolása következtében jön létre. A fordulatszám-állító berendezés a beállított fokozatnak megfelelően előfeszíti a Diesel-motor regulátorának rugóját. A Dieselmotor hidraulikus szervoregulátora egyrészt a biztonsági regulátor szerepét tölti be, tehát növekvő fordulatszámhoz csökkenő töltést állít be és viszont, másrészt vezérli a villamos gerjesztésszabályozót mozgató hidraulikus szervomotort. A regulátor úgy vezérli a szervomotort, hogy a gerjesztésszabályozó által beállított villamos teljesítménynek megfelelő töltés, illetve fordulatszám a fokozat számára előírt értékű legyen.

A villamos berendezés felépítése olyan, hogy a fődinamó indító áramerősségének beállításával és szabályozásával, továbbá a vontatómotorok mezőgyengítési fokozatainak be- és visszakapcsolásával összefüggő szabályozási műveletek a fődinamó gerjesztőgépének, illetve a gerjesztőgép gerjesztő-tekercseinek áramköreiben történnek.

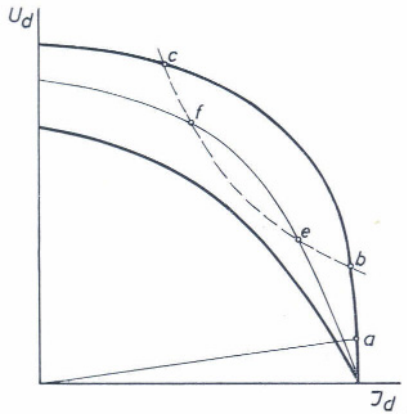
Ennek a megoldásnak az az előnye, hogy a szabályozáshoz felhasznált elemek kis feszültségűek és kis teljesítményűek.

Az EDH 41 R 4 A típ. gerjesztőgép a fődinamó külső gerjesztő tekercsét táplálja. A gerjesztőgép főpólusain három gerjesztőtekercs van: külső-, ön- és ellengerjesztőtekercs. A külső gerjesztő tekercs a kontrollerben levő feszültségosztóról, az öngerjesztő tekercs a gerjesztőgép kapcsairól, az ellengerjesztő tekercsek a vontatómotorok főpólustekercseinek kapcsairól kapják a táplálást. A gerjesztőkörök leegyszerűsített elvi kapcsolási vázlata az *5. ábrán* látható.

Ebben a kapcsolásban a fődinamónak a *6. ábrán* feltüntetett jelleggörbéi vannak.

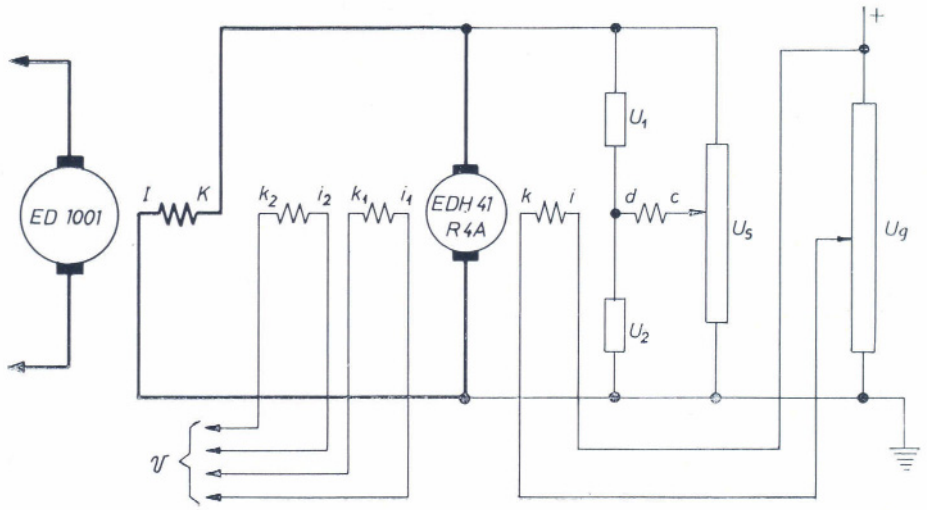


4. ábra
a – akkumulátorhoz
b – gerj. géphez



5. ábra
v – vontatómotor főpólustekercsekhez

6. ábra



Amint látható, a fődinamónak jól meghatározott és közel állandó indító áramerőssége van (*a, b, c* görbe). Az indító áramerősség értéke megközelítőleg arányos a gerjesztőgép *I–K* gerjesztő tekercsének áramerősségével. Ily módon az U_g feszültségosztó fokozatainak megfelelő megválasztásával a kívánt fődinamó indító áramerősség-kiosztás egyszerűen megvalósítható.
A fődinamónak a *6. ábrán* folytonos vastag vonallal jelölt felső jelleggörbéje a gerjesztés-szabályozó maximális gerjesztésnek megfelelő végállására érvényes. Ezen a jelleggörbén a fődinamó csak kis sebességeknél (*a* és *b* pontok közötti szakasz), és a teljes teljesítményhez tartozó legnagyobb feszültség elérése után (*c* pont felett) üzemel. A *b* és *c* pontok között a gerjesztésszabályozó – a gerjesztőgép öngerjesztését változtatva – a szaggatott vonallal ábrázolt állandó teljesítményű görbét állítja be (pl. az *e* és *f* pontokat a folytonos vékony vonallal ábrázolt jelleggörbével).

A gerjesztésszabályozó másik véghelyzetének a folytonos vastag vonallal rajzolt alsó fődinamó jelleggörbe felel meg. A szabályozási határokat az *5. ábrán* látható U_1 és U_2 ellenállások megfelelő megválasztásával lehet beállítani.

Az öngerjesztő tekercs hídkapcsolása azzal az előnnyel jár, hogy a tekercset kisebb teljesítményre lehet méretezni és a gerjesztésszabályozóban levő ellenállások teljesítménye is kisebb, mint soros kapcsolásban.

A 600 LE-s mozdonyok vezérléséhez képest új problémát jelentett a két mezőgyengítési fokozat megfelelő sorrendben történő önműködő be- és visszakapcsolásának megoldása. A 600 LE-s mozdonyokon – mint ismeretes – egyfokozatú mezőgyengítést alkalmazunk, melynek önműködő visszakapcsolását egy bimetall-relé végzi egy megadott fődinamó áramerősség elérésekor.

A DVM 8 típusú mozdonyokon kétféle mezőgyengítési kapcsolást alkalmazunk. Az egyik kapcsolásban a mezőgyengítő fokozatok bekapcsolását a gerjesztésszabályozóba beépített végálláskapcsoló által vezérelt feszültségrelék végzik akkor, amikor a gerjesztés a maximális értékű (*6. ábra*, c pont). A visszakapcsolást ugyanezek a feszültségrelék végzik akkor, amikor a mozdony sebességének csökkenésekor a gerjesztőgép feszültsége lecsökken. A mezőgyengítési fokozatok megfelelő sorrendben történő be-, illetve kikapcsolásakor szükséges késleltetésnek, valamint annak a késleltetésnek a megvalósítását, amely azért szükséges, hogy a bekapcsolást és a visszakapcsolást követő tranziens folyamatok alatt téves kapcsolás ne következzék be, hazai gyártmányú termisztorok biztosítják.

A visszakapcsolás beállítása a névleges vontatási teljesítménynek megfelelően történik. Így a mozdonyon előforduló nagyobb vontatási teljesítmények mellett a visszakapcsolási pontban a megengedhetőnél nagyobb áramerősség lépne fel.

A villamos gépek túlterhelésének megakadályozása céljából azt az egyszerű megoldást alkalmazzuk, amelynél a mezőgyengítés bekapcsolása után a gerjesztést úgy korlátozzuk, hogy a fődinamó áramerőssége az állandó értéken túl ne növekedhessen.

Ez a megoldás megvédi a főáramú villamos berendezést a túlmelegedéstől abban az esetben is, ha a mezőgyengítés önműködő visszakapcsolása valamilyen oknál fogva az előírt pontban nem következne be.

A másik kapcsolásban a mezőgyengítési fokozatok be- és kikapcsolását a sebességmérő órába beépített érintkezők végzik, adott sebességeknél. A villamos gépek túlterhelésének megakadályozására szolgáló gerjesztéskorlátozást mezőgyengített állapotban ebben a kapcsolásban is alkalmazzuk.

V. Biztonsági berendezések

A mozdony különféle biztonsági berendezésekkel van ellátva, melyeknek az a célja, hogy üzemzavar esetén közvetlen beavatkozással a veszélyt elhárítsák, olyan rendellenességek esetén pedig, melyek üzemzavart okozhatnak, jelzést adjanak.
Az alábbiakban csak a villamos berendezés védelmi és jelzőberendezésével foglalkozunk, valamint azokkal a berendezésekkel, melyek villamos úton avatkoznak be, vagy adnak jelzést.

Védelmi berendezések

1. Túláramvédelem
A főáramkörökben fellépő túláram esetén a vontatómotorok áramköreiben levő megfelelő túláramrelé a főkontaktorokat kikapcsolja, a fődinamót legerjeszti, a Diesel-motort alacsony üresjárásra állítja és lámpajelzést ad.

2. Földzárlatvédelem
A főáramkörök pozitív ágában fellépő testzárlat esetén a földzárlatvédelem ugyanúgy avatkozik be, mint a túláramvédelem.

3. Csúszásvédelem
Kerékcsúszás esetén a berendezés a vonóerőt lecsökkenti és hangjelzést ad. A csúszás megszűnte után a vonóerő az eredeti értékre áll vissza.

4. A Diesel-motor rendellenességei elleni védelem
Ha a Diesel-motor hűtőrendszerében valamilyen rendellenesség jelentkezik (hűtővíz túlmelegedés, hűtővíz hiány) vagy a kenőolaj túlmelegszik, a védelmi berendezés lekapcsolja a villamos terhelést, a Diesel-motort alacsony üresjárásra állítja és lámpajelzést ad.

A mozdony el van látva éberségi berendezéssel, amely a vezető rosszulléte esetén bizonyos idő múlva lekapcsolja a villamos terhelést és vészfékezéssel befékezi a vonatot.
A fentieken kívül a mozdonyon levő egyéb jelzőlámpák, valamint a műszerek alapján a mozdonyvezető ellenőrizheti a saját, valamint távvezérelt üzem esetén a kapcsolt mozdony üzemét is.

VI. Segédüzemi berendezés

A mozdony vezérlési, világítási és segédüzemi áramköreit egy EDH 54 L4 típ. 10 kW teljesítményű generátor látja el árammal, amely tölti a 72 V névleges feszültségű akkumulátortelepet is.
A generátor teljesítményének ilyen mértékű megnövekedését elsősorban a fűtőkazán 2,5-3,5 kW teljesítményfelvétele tette szükségessé.
Az akkumulátor 60 cellás, 215 Aó kapacitású lúgos startertelep. A cellák magasított lúgterűek. A generátor feszültségét egy szénoszlopos feszültségszabályozó szabályozza.
A generátor és a szabályozó megválasztásánál bizonyos problémát jelentett a nagy fordulatszám tartomány, melyben a berendezésnek működnie kell (kb. 1:4), tekintettel arra, hogy a kis üresjárási üzemanyag-fogyasztás érdekében a Diesel-motor alacsony üresjárási fordulatszámát kis értékűre választották.
Az ezzel kapcsolatos szabályozási feladatok ellátására kifejlesztett szabályozó szénoszlopainak teljesítménye különlegesen nagy.
A lámpafeszültséget előtétellenállás segítségével állítjuk elő. Különlegessége a kapcsolásnak, hogy a lámpaelőtét nem ohmos ellenállás, hanem nyitó irányban igénybevett szelénlapokból áll. Ily módon a világítási főkapcsoló bekapcsolása esetén az akkumulátor töltőfeszültsége gyakorlatilag alig függ a lámpaterheléstől.

VII. Befejezés

A 800, illetve 1000 LE-s villamos berendezés üzemi próbái a DVM 6-1 típusú prototípus mozdonyokon folytak le. A prototípus mérések elvégzése után a mozdonyok hosszabb időn keresztül tartampróbán vettek részt a MÁV vonalain. A tartampróbán a mozdonyok villamos berendezése általában a várakozásnak megfelelően működött. A prototípusmérések, valamint a tartampróba eredményei alapján megállapítható, hogy a DVM 8 típusú mozdonyok villamos berendezése teljesíti a tervezéskor vele szemben támasztott célkitűzéseket.

I R O D A L O M

(A Magyarországon megjelent fontosabb könyvek és cikkek összefoglalása)

Könyvek

[1] SZEKERES J.-TÓTH A.: A Klement Gottwald (Ganz) Villamossági Gyár története. -- Budapest, 1962. Közgazdasági K. 367 p.

[2] Ganz sechsteiliger elektrischer Schnellzug für lange Strecken. - Budapest, 1956. Nikex, 22 p.

[3] VEREBÉLY L.-SZTRÓKAY P.: Villamos vasutak. - Budapest, 1955. Tankönyvkiadó, 619 p.

[4] SZTRÓKAY P.: Korszerű villamos mozdonyok. - Budapest, 1952. Tankönyvkiadó, 28 p.

[5] VEREBÉLY L.: Villamos vasutak. 2. rész. Kandó-rendszer. -Budapest, 1951. Tankönyvkiadó, 37 p.

[6] Ganz és Társa, Budapest: Az egyfázisú, 50 periódusú fázisváltós vontatási rendszer újabb fejlődése. - Budapest, 1944. Ganz és Társa, 19 p.

[7] Ganz Vagon- és Gépgyár: Strassenbahn. System Zipernowsky. - Budapest, 1889. Ganz, 16 p.

Folyóiratcikkek

[8] Imre J.: Kísérletek és vizsgálatok villamos vontatómotor csapágyakon és fogaskerék-burkolaton. Ganz Villamossági Közlemények, 1968. 8. sz. p. 34.

[9] A Ganz Villamossági Művek szállításai a Török Államvasutak részére. Ganz Villamossági Közlemények, 1968. 7. sz. p. 112.

[10] Kovács K.: Tapadási kísérletek egyenirányítós mozdonyokon. Ganz Villamossági Közlemények, 1967. 6. sz. p. 108.

[11] Huszár O.: Közúti csuklós motorkocsik. Ganz Villamossági Közlemények, 1967. 5. sz. p. 81.

[12] Gyárunk tevékenysége a helyi közlekedés járműveinek területén. Ganz Villamossági Közlemények, 1966. 4. sz. p. 78.

[13] Kövessi F.: Félvezetők alkalmazása a Ganz Villamossági Művek 3000 LE-s egyenirányítós mozdonyán és az alkalmazás távlatai. Ganz Villamossági Közlemények, 1966. 4. sz. p. 67.

[14] Molnár I.: Vasúti áramszedők fejlesztési irányvonala. Ganz Villamossági Közlemények, 1966. 4. sz. p. 54.

[15] Jekelfalussy G.: A nagyvasúti vontatómotorok fejlesztésének alapproblémái. Ganz Villamossági Közlemények, 1966. 4. sz. p. 40.

[16] Fiser J.: DVM 8 típusú 800-1000 LE-s Diesel-villamos mozdony villamos berendezése. Ganz Villamossági Közlemények, 1966. 4. sz. p. 32.

[17] Kovács K.: A MÁV 3000 LE-s szilícium-egyenirányítós villamos mozdonya. Ganz Villamossági Közlemények, 1966. 4. sz. p. 18.

[18] Kertay Z.-Téby L.: Villamos mozdonyok és motorkocsik tervezési kérdései. Ganz Villamossági Közlemények, 1966. 4. sz. p. 3.

[19] Gábor P.: A csuklós villamos motorkocsik villamos berendezése. Ganz Villamossági Közlemények, 1966. 3. sz. p. 49.

[20] Hauber O.: Két-, illetve háromrészű csuklós villamos motorkocsik. Ganz-Mávag Közl. 1966. 37. sz. p. 3-8.

[21] In museum the V 40,001 „Kando-locomotive. Hung. Heavy Ind. 1966. 55. sz. p. 21-23.

[22] Kovács K.: Szilícium-egyenirányítós villamos mozdony a MÁV részére. Ganz Villamossági Közlemények, 1965. 2. sz. p. 60.

[23] Józsa M.: Nagyfeszültségű fokozatkapcsoló a 3000 LE-s villamos mozdonyhoz. Ganz Villamossági Közlemények, 1965. 2. sz. p. 72.

[24] Jekelfalussy G.: 1000 LE-s Diesel-villamos mozdony főgenerátora. Ganz Villamossági Közlemények, 1964. 1. sz. p. 98.

[25] Szabady J.: Gyárunk története. Ganz Villamossági Közlemények, 1964. 1. sz. p. 5-25.

[26] New universal Ganz-Mávag Diesel-electric locomotive. Hung. Heavy Ind. 1964. 47. sz. p. 8-20.

[27] A Ganz-Mávag 600 LE-s Diesel-villamos mozdony típusának jellemzői. Ganz-Mávag Közl. 1964. 35. sz. p. 19-24.

[28] Vizely Gy.: 1000 HP Diesel-electric locomotive. Ganz-Mávag, Bull. 1964. 34. sz. p. 25-30.

[29] Jekelfalussy G.-Kertay Z.: Megkezdődött a 3000 LE-s szilícium-egyenirányítós mozdonyok hazai gyártása. Vasút, 1964. 6. sz. p. 6-7.

[30] Jász M.: A Ganz-Mávag legújabb Diesel-elektromos mozdonya. Vasút, 1964. 3. sz. p. 23-24.

[31] Falk A.: A Ganz-Mávag 600-1000 LE-s Diesel-villamos mozdonyai. Ganz-Mávag Közl. 1963. 33. sz. p. 3-11.

[32] Vajda P.: 75 éves a budapesti villamos. Elektrotechnika, 1962. 11. sz. p. 481-483.

[33] Kertay Z.: Ward-Leonard villamos mozdonyok üzemi tapasztalatai. Járművek. Mezőgazdasági gépek, 1961. 11. sz. p. 408-413.

[34] Bronts L.: Kandó Kálmán villamos vontatási rendszerének 30 esztendeje. Közlekedéstudományi Szemle, 1961. 5. sz. p. 193-198.

[35] Tóth L.: Visszaemlékezés a Valtellina vasút villamosítására. Elektrotechnika, 1958. 10-12. sz. p. 507-509.

[36] Gábor P.: A budapesti új, négytengelyű közúti villamos motorkocsik. Elektrotechnika, 1958. 7-9. p. 248-255.

[37] Verebély L.: Az 50 periódusú vasútvillamosítási rendszer 25 éves jubileuma. Magyar Tudomány, 1957. 7-8. sz. p. 305-308.

[38] Déri E.: Korszerű magyar Diesel-villamos mozdonyok. Járművek. Mezőgazdasági gépek, 1955. 8. sz. p. 225-232.

[39] Verebély L.: Emlékezés Kandó Kálmánra. Közlekedéstudományi Szemle, 1955. 3. sz. p. 81-88.

[40] Harmati S.: Magyar Államvasutak villamosításának kérdései. Közlekedéstudományi Szemle, 1953. 6. sz. p. 201-209.

[41] Sztrókay P.: Korszerű villamos mozdonyok. Közlekedéstudományi Szemle, 1952. 10. sz. p. 369-379.

[42] Déri E.: A Szovjetunió részére szállított „Ganz" motorvonat és az átadás folyamán szerzett tapasztalatok. Elektrotechnika, 1952. 3. sz. p. 90-95.

[43] Déri E.: A „Ganz"-gyártmányú hatrészű Diesel-villamos motorvonatok. Magyar Technika, 1951. 1. sz. p. 65-70.

[44] Sztrókay P.: Az új Ganz-Kandó rendszerű villamos mozdonyok üzemi viszonyai. Elektrotechnika, 1950. p. 331-344.

Elektronikus formában (pdf) újra kiadta:

http://www.GANZdata.hu

©2006 ver 1.0

Megjelent a Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó gondozásában
Műszaki vezető: Büchler Alfréd
Műszaki szerkesztő: Mészáros György
Kiadványszám: R-1387
70/1472. Franklin Nyomda

GANZ
VILLAMOSSÁGI
MŰVEK

GANZ VILLAMOSSÁGI MŰVEK

BUDAPEST, II. LÖVŐHÁZ U. 39. • LEVÉLCÍM: BUDAPEST 114, POSTAFIÓK 36
TÁVIRATCÍM: ALTERNO BUDAPEST • TELEX: BUDAPEST 504